



**CORRELACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA CON  
PROPIEDADES ÍNDICE Y DE CLASIFICACIÓN PARA SUELOS  
PRODUCTO DE LA METEORIZACIÓN EN EL VALLE DE  
ABURRÁ Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS**

**Julián David Echeverry Aguilar**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería Civil  
Medellín, Colombia  
2019**



**CORRELACIÓN DE PÁRAMETROS DE RESISTENCIA CON  
PROPIEDADES ÍNDICE Y DE CLASIFICACIÓN PARA SUELOS  
PRODUCTO DE LA METEORIZACIÓN EN EL VALLE DE  
ABURRÁ Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS**

**Julián David Echeverry Aguilar**

Trabajo de investigación como requisito para obtener el título de:  
**Magister en Ingeniería-Geotecnia**

Director:  
**Oscar Echeverri Ramírez, MsC.**

Codirector:  
**David G. Zapata Medina, Ph.D.**

Línea de investigación:  
**Parámetros mecánicos en suelos residuales**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería Civil  
Medellín, Colombia  
2019

*Mis padres, Luz Amparo Aguilar Múnera y  
Cristóbal Antonio Echeverry Ramírez y mi esposa  
Diana Carolina Henao Coronado, por tener paciencia,  
ser mi apoyo incondicional, mi inspiración y motivación.*

*A ellos, muchísimas gracias y que Dios los bendiga.*



## **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por brindarme serenidad en las decisiones tomadas y por las bendiciones recibidas. A mis padres y esposa, por su amor y apoyo incondicional, por creer en mí y alentarme continuamente. A mis hermanos que son mi ejemplo a seguir.

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mis asesores: mi director el profesor Oscar Echeverri Ramírez y mi codirector el profesor David Guillermo Zapata Medina por creer en mí, por corregirme, por brindarme conocimiento, magnificas ideas y permitirme trabajar con ellos.

Agradezco profundamente a GEO2 S.A.S. por permitirme estudiar y trabajar de una forma cómoda, y especialmente a su gerente Diego Armando Rendón Giraldo, quien me alentó, tuvo paciencia y fue condescendiente con mi afán de estudiar.

Un agradecimiento muy especial a las empresas GEO2 S.A.S., VIECO INGENIERIA DE SUELOS S.A.S., INTEINSA S.A., a los ingenieros Diego Galeano y Juan Camilo Agudelo Echeverri por brindarme la información necesaria para hacer posible el desarrollo de la presente investigación.

Al Estadístico Juan Fernando Aldana, por mostrarme herramientas y métodos útiles para analizar la información de una forma más adecuada.

Al ingeniero Juan Camilo Agudelo Echeverri por permitirme trabajar con él, para así poder sustentarme económicamente mientras terminé este informe.

A mis amigos y compañeros, por apoyarme y alentarme en todo momento.

***Julián David Echeverry Aguilar***

---

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	11
1.1	Problema.....	11
1.2	Justificación .....	11
1.3	Objetivos .....	12
1.3.1	Objetivo general .....	12
1.3.2	Objetivos específicos .....	12
1.4	Contenido de la tesis .....	12
1.5	Resultado esperado .....	13
2	NOTACIÓN GENERAL .....	15
3	REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE .....	19
3.1	Algunas correlaciones con propiedades índice y SPT .....	19
3.1.1	Correlación $N_{SPT}$ con $\phi_{equivalente}$ (Ángulo de fricción equivalente) .....	19
3.2	Métodos de análisis estadísticos .....	23
3.2.1	Diagramas de dispersión o diagrama de Scattergram .....	23
3.2.2	Modelo de regresión lineal simple .....	24
3.2.3	Coefficiente de correlación lineal o de Pearson .....	24
3.2.4	Coefficiente de determinación ( $R^2$ ) .....	25
3.2.5	Intervalo de confianza (I.C.) .....	25
3.2.6	Intervalo de predicción (I.P.) .....	25
4	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	27
4.1	Localización de la zona de estudio.....	27
4.2	Procesamiento de datos.....	29
4.2.1	Datos generales (base de datos) .....	29
4.2.2	Datos depurados .....	32
4.2.2.1	Materiales .....	33
4.2.2.2	Puntos sin dilatar .....	35
5	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN & CORRELACIONES DE RESISTENCIA .....	37
5.1	Análisis de la clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006) .....	37
5.1.1	Depósitos de Flujo .....	37

---

5.1.2	Suelos residuales (IB) según (Deere & Patton, 1971).....	38
5.1.3	Saprolitos (IC) según (Deere & Patton, 1971).....	40
5.1.4	Clasificación U.S.C.S. para los materiales procesados por depósitos de flujo meteorizados, suelos residuales (IB) y saprolitos (IC).....	43
5.1.5	Límite líquido (LL), índice de plasticidad (IP) y porcentaje de finos (%F) promedio de los materiales.....	43
5.2	Análisis de los gráficos de dispersión $\sigma N_i, \tau_i$ .....	44
5.2.1	Depósitos de flujo meteorizados .....	45
5.2.2	Suelos residuales (IB) según (Deere & Patton, 1971).....	49
5.2.3	Saprolitos según el perfil de meteorización (Deere & Patton, 1971).....	54
5.3	Análisis de la correlación entre $N_{45}$ del SPT y $\phi'$ del ensayo de corte directo consolidado drenado .....	64
5.4	Análisis de la correlación entre %W y los gráficos de dispersión $\sigma N_i, \tau_i$ .....	67
5.5	Análisis de la correlación entre IP y los gráficos de dispersión $\sigma N_i, \tau_i$ .....	71
5.6	Análisis de la correlación entre “e” y los gráficos de dispersión $\sigma N_i, \tau_i$ .....	74
5.7	Análisis de la correlación entre $\gamma_d$ y los gráficos de dispersión $\sigma N_i, \tau_i$ .....	78
6	PROTOCOLO PARA OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO .....	81
7	CONCLUSIONES.....	83
8	REFERENCIAS.....	88
A.	APÉNDICE A. BASE DE DATOS GENERAL.....	98
B.	APÉNDICE B. BASE DE DATOS DEPURADA .....	152
C.	APÉNDICE C. CORRELACIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN VS GOLPES CORREGIDOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).....	199
	Depósitos de flujo meteorizados.....	218
	Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971).....	220
	Saprolitos según (Deere & Patton, 1971).....	222
D.	APÉNDICE D. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON HUMEDAD NATURAL (%W) .....	225
	Depósitos de flujo meteorizados.....	225
	Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971).....	226
	Saprolitos según (Deere & Patton, 1971).....	229

---

---

E.	APÉNDICE E. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	233
	Depósitos de flujo meteorizados.....	233
	Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971).....	234
	Saprolitos según (Deere & Patton, 1971) .....	237
F.	APÉNDICE F. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON RELACIÓN DE VACÍOS (e).....	242
	Depósitos de flujo meteorizados.....	242
	Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971).....	243
	Saprolitos según (Deere & Patton, 1971) .....	246
G.	APÉNDICE G. GRÁFICOS CORRELACIÓN CON PESO ESPECÍFICO SECO ( $\gamma_d$ ) .....	251
	Depósitos de flujo meteorizados.....	251
	Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971).....	253
	Saprolitos según (Deere & Patton, 1971) .....	256
H.	APÉNDICE H. CONCEPTOS BÁSICOS.....	260
	Ensayos de resistencia al corte .....	260
	Ensayo de corte directo consolidado drenado.....	260
	Angulo de fricción interna o fricción intergranular efectiva ( $\phi'$ ).....	262
	Cohesión efectiva o cohesión aparente ( $c'$ ).....	262
	Consolidado drenado (CD).....	263
	Criterio de Falla de Coulomb.....	263
	Estado crítico.....	264
	Dilatación de espécimen .....	264
	Resistencia pico.....	266
	Resistencia residual.....	267
	Ensayo de penetración estándar (SPT) .....	267
	Estadística.....	268
	Covarianza.....	268
	Error muestral, de muestreo o de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ ) .....	268
	Error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) .....	268
	Error o incertidumbre respecto a la pendiente de la recta de regresión ( $\sigma_m$ ) .....	269

---

---

Grados de libertad ( <i>gl</i> ) .....	269
Mediana.....	269
Moda.....	270
Muestra .....	271
Muestreo.....	272
Parámetro.....	272
Población .....	272
Probabilidad.....	273
Promedio (media o esperanza matemática).....	273
Variables .....	274
Dato.....	274
Dependencia estadística o correlación.....	275
Dependencia funcional.....	275
Independencia .....	275
Varianza y Desviación Estándar .....	275
Geología .....	276
Meteorización .....	276
Meteorización Biológica.....	276
Meteorización Física o Mecánica.....	277
Meteorización Química.....	277
Minerales .....	277
Geología y Geomorfología del Valle de Aburrá .....	278
Anfibolitas de Medellín (TRaM) .....	281
Batolito Antioqueño (K2-Pi).....	281
Complejo El Retiro .....	283
Dunitas de Medellín (JKuM) .....	283
Gabro de San Diego (KgSD) .....	284
Migmatitas de Puente Peláes (TRmPP, T-Mag3).....	285
Stock de Altavista (KdA, Kida).....	285

---

---

Rocas .....	286
Rocas Ígneas .....	286
Rocas Metamórficas.....	287
Rocas Sedimentarias .....	287
Suelo .....	288
Suelo residual.....	288
Suelo tropical .....	288
Geotecnia.....	290
Mecánica de suelos .....	290
Relaciones volumétricas y gravimétricas.....	290
Ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo .....	292
Granulometría.....	294
Humedad natural del suelo.....	294
Límites de Atterberg.....	294
Resistencia al corte .....	297
Deformación unitaria ( $\epsilon$ ) .....	297
Fuerzas en un medio continuo .....	298
Tensión mecánica o presión.....	299
Tensor de tensiones.....	299
Trayectorias de tensiones (Stress Paths).....	304

---

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Problema

El Valle de Aburrá y municipios aledaños, cuentan con una gran variedad de suelos, en su mayoría producto de la meteorización *in-situ* de rocas (ígneas y metamórficas) y depósitos de ladera (INGEOMINAS, 2005); (Echaverría, 1973); y (Restrepo A. & Francois Toussaint, 1985). El proceso de crecimiento de la ciudad y municipios aledaños, conlleva a la realización de estudios geotécnicos para la ejecución de proyectos de comercio, industria y vivienda en la mayoría de los casos.

Dichos estudios se rigen por la normativa colombiana (COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por la Ley 400 de 1997), 2010), por tanto, durante los últimos años en diferentes proyectos se han realizado ensayos de campo y laboratorio que permitan establecer las condiciones geomecánicas del subsuelo, además de una descripción geológica y geotécnica del mismo. En la práctica profesional se utilizan correlaciones que tienen una aplicación limitada, ya que estas se basan en datos obtenidos con materiales térreos de origen y características diferentes a las locales. Estos proyectos generan una gran cantidad de información asociada a los ensayos de campo y laboratorio, ésta debería ser recopilada, procesada y analizada, con el objetivo de encontrar correlaciones que permitan tener una herramienta de diseño preliminar asociada a los materiales térreos involucrados en proyectos futuros del Valle de Aburrá y sus municipios aledaños.

## 1.2 Justificación

En la actualidad la normativa colombiana exige la realización de estudios geotécnicos definitivos para la construcción de proyectos donde habiten u ocupen seres humanos (Título A, Ítem A.1.2.4 y Título H, Ítem H.1.1.2) (COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por la Ley 400 de 1997), 2010) Por tanto, se deben realizar ensayos de laboratorio que permitan establecer las propiedades índice, de clasificación y mecánicas de los diferentes suelos de fundación de proyectos para los cuales se deba aplicar la normativa vigente (NSR-10). Esto implica que existe una gran cantidad de información de los materiales térreos del Valle de Aburrá y municipios aledaños; pero en la práctica profesional se utilizan diferentes correlaciones que son producto de suelos que tienen diferentes características y procedencias a las de la zona.

---

De lo anterior, surge la necesidad de recopilar, procesar y analizar dicha información, con el objetivo de encontrar correlaciones que permitan tener una herramienta de diseño preliminar asociada a los materiales térreos involucrados en proyectos futuros en esta zona de estudio.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Correlacionar parámetros de resistencia efectivos con propiedades índice y/o de clasificación y el número de golpes del ensayo de penetración estándar para suelos producto de la meteorización en el Valle de Aburrá y municipios aledaños.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✕ Formar una base de datos de proyectos en el Valle de Aburrá y sus alrededores donde se disponga de ensayos índice, clasificación (geología y granulometría) y resistencia.
- ✕ Clasificar por formación geológica o tipo de suelo y realizar un tratamiento estadístico mediante la técnica de diseño experimental.
- ✕ Establecer un protocolo para estudios o diseños preliminares donde con base en ensayos de rápida ejecución se puedan definir parámetros de resistencia con base en correlaciones de suelos locales.

## **1.4 Contenido de la tesis**

El capítulo 1 contiene la problemática, justificación, objetivos y resultados esperados en la tesis.

En el capítulo 2 se hace una notación general de los símbolos utilizados en todo el documento.

En el capítulo 3 se hace una revisión del estado del arte y se exponen los métodos de análisis estadísticos empleados con los datos.

En el capítulo 4 se observa la localización de los municipios en donde se tomaron muestras, además se muestra una ubicación en Google Earth, de los datos en el Valle de Aburrá y cercanías y se explica la forma en que se tomaron los datos y bajo que criterios se depuro la información.



---

En el capítulo 5 se realiza el respectivo análisis de la información por clasificación, gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), correlación de  $N_{45}$  del ensayo SPT con  $\phi$  del ensayo de corte directo drenado consolidado, correlación entre la humedad natural, el índice de plasticidad, la relación de vacíos y el peso específico suelo del suelo con ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ).

El capítulo 6 presenta el protocolo para la obtención de parámetros de diseño.

El capítulo 7 presenta las conclusiones obtenidas al realizar el análisis.

El capítulo 8 tiene las referencias bibliográficas generales, tanto del trabajo como de sus apéndices.

El apéndice A presenta la información recolectada de las distintas empresas e ingenieros en tablas, *i.e.*, **es la base de datos general**.

El apéndice B presenta la información depurada necesaria para realizar los análisis del presente trabajo.

El apéndice C presenta la corrección de los golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) y los gráficos obtenidos de las dispersiones ( $N_{45i}$ ,  $\phi_i$ ) para los diferentes materiales.

El apéndice D presenta los gráficos de correlación entre la humedad natural del suelo (%W) y los puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ).

El apéndice E presenta los gráficos de correlación entre el índice de plasticidad (IP) y los puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ).

El apéndice F presenta los gráficos de correlación entre la relación de vacíos del suelo (e) y los puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ).

El apéndice G presenta los gráficos de correlación entre el peso específico seco ( $\gamma_d$ ) y los puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ).

El apéndice H presenta los conceptos básicos con los que se desarrolló el trabajo.

## **1.5 Resultado esperado**

Con esta tesis se espera crear una base de datos y estableciendo la correlación existente entre la tensión normal y la tensión cortante del ensayo de corte directo consolidado drenado para los diferentes materiales encontrados. Además, realizar

correlaciones con el número de golpes corregido del ensayo de penetración estándar, con las propiedades índice y establecer el grado de validez con los tipos de suelos encontrados.

## 2 NOTACIÓN GENERAL

Es muy importante resaltar que **la palabra muestra** en este informe hace referencia a dos escenarios completamente distintos, el primero se refiere a la **muestra de suelo** tomada y de la cual se sacan especímenes para realizar los respectivos ensayos geotécnicos; la segunda hace referencia a la **muestra de datos de una población** (ver APÉNDICE H, Estadística, Muestra), esta se refiere a datos estadísticos.

<b>%S</b>	: Porcentaje de saturación promedio de los especímenes
<b>%W</b>	: Contenido de humedad natural promedio de los especímenes (Variable independiente)
<b>A</b>	: Área
<b>a</b>	: Aceleración
<b>Ac</b>	: Actividad del suelo (según la fracción de arcilla)
<b>C</b>	: Arcilla
<b>C'</b>	: Intercepto de la recta de regresión con el eje de las ordenadas ( $\tau$ ), parámetro efectivo de la envolvente de regresión de Mörh.
<b>Cn</b>	: Factor de corrección por confinamiento efectivo
<b>DATO</b>	: Número de dato para la base de datos general
<b>DATO*</b>	: Número de dato para la base de datos depurada
<b>DATO**</b>	: Número de dato para la correlación ángulo de fricción vs golpes corregidos del ensayo de penetración estándar (SPT)
<b>dt</b>	: Derivada respecto al tiempo
<b>dv</b>	: Incremento en la velocidad
<b>e</b>	: Relación de vacíos promedio de los especímenes (Variable independiente)
<b>e<sub>precisión</sub></b>	: Error de precisión debido al tamaño de la muestra ( <b>n'</b> )
<b>F</b>	: Fuerza
<b>F(%)</b>	: Porcentaje de finos, material que pasa el tamiz N°200
<b>G(%)</b>	: Porcentaje de gravas, material que pasa el tamiz de 3" y retiene el N°4
<b>Geología</b>	: Nombre geológico del material parental según la (INGEOMINAS, 2005) y (Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Envigado y CORANTIOQUIA, 2009)
<b>gl</b>	: Grados de libertad de la muestra, ( <b>n'-1</b> ) ó ( <b>n'-2</b> )
<b>Gs</b>	: Gravedad específica de los sólidos de la muestra
<b>H</b>	: Alta plasticidad
<b>I.C.</b>	: Intervalo de confianza, con una confiabilidad del 95% y una incertidumbre del 5%
<b>I.P.</b>	: Intervalo de predicción, donde el 95% de los datos de la

---

	muestra se encuentran entre los intervalos superior e inferior
<b>IP</b>	: Índice de plasticidad de la muestra (Variable independiente)
<b>L</b>	: Baja plasticidad
<b>L'</b>	: Longitud total del volumen de control, longitud calibradora.
<b>LI</b>	: Índice de liquidez
<b>LL</b>	: Límite líquido de la muestra
<b>LP</b>	: Límite plástico de la muestra
<b>M</b>	: Limo
<b>Material</b>	: Tipo de suelo según su descripción geológica (grado de meteorización y material parental) (Variable independiente) (Deere & Patton, 1971)
<b>N</b>	: Número de golpes en campo
<b>n</b>	: Porosidad promedio de los especímenes
<b>N'</b>	: Latitud en WGS 84
<b>N*</b>	: Población total
<b>n'</b>	: Cantidad de datos o tamaño de la muestra estadística
<b>N.C.</b>	: Nivel de confianza
<b>N<sub>45</sub></b>	: Número de golpes corregido con una energía del 45% para Colombia
<b>N<sub>crr</sub></b>	: Número de golpes corregido
<b>N<sub>(e)</sub></b>	: Número de golpes corregido para una energía "e"
<b>N<sub>STP</sub> ↑</b>	: Número de golpes registrado en campo encima de la muestra, máximo a 1.5 m
<b>N<sub>STP</sub> ↓</b>	: Número de golpes registrado en campo debajo de la muestra, máximo a 1.5 m
<b>O</b>	: Orgánico
<b>O'</b>	: Longitud en WGS 84
<b>P</b>	: Pobrementemente gradado (tamaño de partícula uniforme)
<b>p</b>	: Proporción de la población, cuando se desconoce la población el valor es 0.5
<b>R</b>	: Estandarización de la tensión vertical con una de referencia, 1 atmósfera $\approx 101.3$ kPa
<b>r</b>	: Coeficiente de correlación de Pearson
<b>R<sup>2</sup>=r<sup>2</sup></b>	: Coeficiente de determinación
<b>S(%)</b>	: Porcentaje de arenas, material que pasa el tamiz N°4 y retiene el N°200
<b>S(<math>\sigma_{Ni}</math>)</b>	: Desviación estándar de la muestra respecto a la variable $\sigma_{Ni}$ (independiente)
<b>S(<math>\tau_i</math>)</b>	: Desviación estándar de la muestra respecto a la variable $\tau_i$ (dependiente)
<b>S<sup>2</sup><sub>xy</sub></b>	: Covarianza entre las variables, independiente y dependiente
<b>S<sub>u</sub></b>	: Resistencia no drenada a la tensión cortante

---

---

$S_x$	: Desviación estándar de la muestra, variable independiente
$S_y$	: Desviación estándar de la muestra, variable dependiente
$t_{n-2;\alpha/2}$	: Coeficiente de la distribución t de Student
<b>Unidades geológicas integradas</b>	: Unidad geológica de la roca parental (INGEOMINAS, 2005) y (Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Envigado y CORANTIOQUIA, 2009)
<b>USCS</b>	: Unified Soil Classification System
$V_A$	: Volumen de gases
$V_S$	: Volumen de sólidos
$V_T$	: Volumen total
$V_V$	: Volumen de vacíos
$V_W$	: Volumen de líquidos
$W$	: Bien gradado (tamaños de partícula diversos)
$W_A$	: Peso de los gases (es aproximadamente 0)
$W_S$	: Peso de los sólidos
$W_T$	: Peso total
$W_W$	: Peso de los líquidos
$\bar{x}(\sigma_N)$	: Media o promedio de la muestra respecto a la variable $\sigma_N$ (Independiente)
$\bar{x}(\tau)$	: Media o promedio de la muestra respecto a la variable $\tau$ (Dependiente)
$x, y, z$	: Tensiones principales; $i=1, 2, 3$ Variables de los ejes coincidentes con las direcciones principales
$Z_0$	: Profundidad inicial de la muestra (para el Corte Directo)
$Z_F$	: Profundidad final de la muestra (para el Corte Directo)
$Z_\alpha$	: Distribución normal; es 1.96 para un nivel de confianza del 95%, $\alpha=0.05$
$\alpha$	: Incertidumbre
$\beta_0$	: Intercepto de la recta de regresión con el eje de las ordenadas (y)
$\beta_1=m$	: Pendiente de la recta de regresión
$\gamma_d$	: Peso específico seco (Variable independiente)
$\gamma_H$	: Peso específico húmedo promedio de los especímenes
$\gamma_m=\gamma_h$	: Peso específico húmedo
$\gamma_s$	: Peso específico de los sólidos
$\gamma_w$	: Peso específico del agua
$\delta$	: Deformación normal, elongación o contracción del volumen de control
$\epsilon$	: Deformación unitaria
$\eta_1$	: Factor de corrección por energía del martillo; $0.45 \leq \eta_1 \leq 1$
$\eta_2$	: Factor de corrección por la longitud de la varilla; $0.75 \leq \eta_2 \leq 1$
$\eta_3$	: Factor de corrección por revestimiento interno; $0.8 \leq \eta_3 \leq 1$

- 
- $\eta_4$  : Factor de corrección por el diámetro de perforación;  $>1 \Rightarrow \Phi T > 5"$ ,  $=1.15 \Rightarrow \Phi T > 8"$
- $\sigma$  : Tensión o presión
- $\sigma_i$  : Tensión de confinamiento
- $\sigma_m$  : Error o incertidumbre respecto a la pendiente de regresión lineal
- $\sigma_N$  : Tensión normal (Variable independiente)
- $\sigma_{N1}$  : Tensión normal efectiva del espécimen 1 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\sigma_{N2}$  : Tensión normal efectiva del espécimen 2 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\sigma_{N3}$  : Tensión normal efectiva del espécimen 3 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\sigma_{N4}$  : Tensión normal efectiva del espécimen 4 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\sigma_{ni}$  : Tensión normal actuante sobre el plano perpendicular al eje "i";  $i=x, y, z$ .
- $\sigma'_v$  : Tensión vertical efectiva
- $\sigma'_{vr}$  : Tensión vertical de referencia, 1 atmósfera
- $\sigma_\epsilon$  : Error estándar o error típico
- $\tau$  : Resistencia a la tensión cortante (Variable dependiente)
- $\tau_1$  : Tensión cortante pico del espécimen 1 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\tau_2$  : Tensión cortante pico del espécimen 2 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\tau_3$  : Tensión cortante pico del espécimen 3 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\tau_4$  : Tensión cortante pico del espécimen 4 en el ensayo de Corte Directo CD
- $\tau_{ij}$  : Tensión tangencial actuante sobre el plano perpendicular al eje "i" en la dirección del eje "j";  $i, j=x, y, z, i \neq j$ .
- $\phi'$  : Parámetro efectivo de la envolvente de regresión de Mörh, ángulo de la pendiente, ángulo de fricción efectiva
- $\Phi_T$  : Diámetro de la perforación
- $\partial x$  : Derivada parcial respecto a x, medición a lo largo de la longitud  $L'$
- $\partial \delta$  : Derivada parcial respecto a " $\delta$ ", incremento o decremento de la longitud respecto a la longitud original  $L$

### 3 REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Algunas correlaciones con propiedades índice y SPT

*“En la actualidad, se han realizado correlaciones del ángulo de fricción efectivo con la prueba de penetración estándar (SPT), la prueba de penetración de cono (CPT), la prueba de presurímetro (PMT) y la prueba de dilatómetro (DMT). Las correlaciones de CPT son quizás las mejor desarrolladas, seguidas del SPT. Las correlaciones PMT son más nuevas y con menos casos, se presume que las correlaciones utilizan el **ángulo de fricción de compresión triaxial** ( $\bar{\phi}_{tc}$ ) correspondiente a la tensión adecuada y/o las condiciones de densidad relativa.”* (Kulhawy & Mayne, 1990, pág. 4\_13)

##### 3.1.1 Correlación $N_{SPT}$ con $\phi_{equivalente}$ (Ángulo de fricción equivalente)

*“Las correlaciones del ángulo de fricción de la tensión efectiva con el valor  $N_{SPT}$  se han realizado durante muchos años. Los primeros trabajos sobre este tema intentaron relacionar el número de golpes ( $N$ ) a  $\bar{\phi}_{tc}$  directamente. El enfoque de Peck, et al, (2012) parece ser común, quizás porque es más conservador. El valor  $N$  en realidad depende del nivel de presión de confinamiento. La correlación se puede aproximar de la siguiente manera:”* (Kulhawy & Mayne, 1990, págs. 4\_13, 4\_14)

$$\bar{\phi}_{tc} = \tan^{-1} \left[ \frac{N}{\left( \frac{12.2 + 20.3 * \bar{\sigma}_{vo}}{Pa} \right)} \right]^{0.34} \quad [3-1]$$

*“Estos resultados tienden a ser algo conservadores y no deben usarse a profundidades muy bajas, de menos de 2 m.”* (Kulhawy & Mayne, 1990, pág. 4\_14)

A continuación, se presentan los “valores relativos de los ángulos de fricción para tensiones efectivas para un suelo sin cohesión:” (Kulhawy & Mayne, 1990, pág. 4\_14) Table 4-2.

$$\phi' = 1.00 * \bar{\phi}_{tc} \quad \text{Triaxial compression (TC)} \quad [3-2]$$

$$\phi' = 1.12 * \bar{\phi}_{tc} \quad \text{Triaxial extension (TE)} \quad [3-3]$$

$$\phi' = 1.12 * \bar{\phi}_{tc} \quad \text{Plane strain compression (PSC)} \quad [3-4]$$

$$\phi' = \begin{cases} 1.12 \text{ (for PSC/TC)} * 1.12 \text{ (for TE/TC)} \\ 1.25 * \bar{\phi}_{tc} \end{cases} \quad \text{Plane strain extension (PSE)} \quad [3-5]$$

$$\phi' = \begin{cases} \tan^{-1}[\tan \bar{\phi}_{psc} * \cos \bar{\phi}_{cv}] \\ \tan^{-1}[(\tan(1.12 * \bar{\phi}_{tc})) * \cos \bar{\phi}_{cv}] \end{cases} \quad \text{Direct shear (DS)} \quad [3-6]$$

“El ensayo de penetración estándar (SPT) tiene otras correlaciones entre el número de golpes corregido y la resistencia al corte del suelo para suelos transportados” (Bowles J. E., 1997).

En el SPT, se debe realizar una corrección a los golpes registrados:

$$N_{(e)} = N * Cn * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 \quad \begin{matrix} \text{(Bowles J. E., 1997) (Riggs, 1986)} \\ \text{(Skempton, Standard penetration test} \\ \text{procedures and the effects in sands of} \\ \text{overburden pressure, relative density,} \\ \text{particle size, ageing and} \\ \text{overconsolidation, 1986)} \end{matrix} \quad [3-7]$$

$$N_{(e)} = N_{crr} * \eta_1 \quad [3-8]$$

“El factor de corrección por confinamiento (Cn) se ha identificado desde hace tiempo y se ha estandarizado a una tensión vertical de referencia  $\sigma'_{vr} = 1 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ atmósfera} \approx 101.3 \text{ kPa}$  como función del parámetro  $R_s$ .” (Gonzalez G, 1999)

$$R_s = \frac{\sigma'_v}{\sigma'_{vr}} = \frac{\sigma'_v}{101.3 \text{ kPa}} \quad [3-9]$$

“Existen numerosas propuestas entre las que se destacan las siguientes:” (Gonzalez G, 1999)

$$Cn = \log\left(\frac{10}{R_s}\right) \quad \text{González (Logaritmo)} \quad [3-10]$$

$$Cn = \sqrt{\frac{1}{R_s}} \quad \text{Liao & Whitman} \quad [3-11]$$

$$Cn = \frac{1.7}{0.7 + R_s} \quad \text{Meyerhof & Ishihara} \quad [3-12]$$



---

$Cn = \frac{\log\left(\frac{20}{R_S}\right)}{\log 20}$	<b>Peck</b>	<b>[ 3-13]</b>
$Cn = \frac{32.5}{10.2 + 20.3 * R_S}$	<b>Schmertman</b>	<b>[ 3-14]</b>
$Cn = 1 - 1 * \log(R_S)$	<b>Seed</b>	<b>[ 3-15]</b>
$Cn = 1 - K * \log(R_S); \begin{cases} R_S < 1 \Rightarrow K = 1.41 \\ R_S \geq 1 \Rightarrow K = 0.92 \end{cases}$	<b>Seed &amp; Idriss (Marcuson)</b>	<b>[ 3-16]</b>
$Cn = \frac{2}{1 + R_S}$	<b>Skempton</b>	<b>[ 3-17]</b>

Para el APÉNDICE C. CORRELACIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN VS GOLPES CORREGIDOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT), las correcciones del número de golpes ( $N_{crr}$ ) en la ecuación [ 3-7], se utilizó el  $Cn$  de Seed & Idriss (Marcuson), ecuación [ 3-16].

El número de golpes corregido del ensayo SPT ( $N_{crr} = N_{1(e)}$ ) se expresa como  $N_{1(45)}$ , en nuestro caso la energía (e) para Colombia es del 45% (Gonzalez G, 1999) y (Villafañe, G. et al, 1988), por tanto, como la mayoría de correlaciones están diseñadas para un  $N_{1(60)}$  se debe hacer la siguiente corrección:

$$N_{1(60)} = N_{crr} * \frac{ER_i(\%)}{60} \quad \text{(Yimsiri, 2013)} \quad [ 3-18]$$

$$N_{1(45)} = N_{45} = N_{crr} * \frac{45}{45} \quad \text{(Para nuestro caso)} \quad [ 3-19]$$

“Como se mencionó anteriormente, la mayoría de ecuaciones están diseñadas para trabajar con una energía corregida  $N_{1(60)}$ , pero estas ecuaciones fueron adaptadas para trabajar con la energía utilizada en Colombia  $N_{1(45)}$ . Las ecuaciones empíricas que correlacionan el  $N_{1(45)}$  con el ángulo de fricción equivalente ( $\phi_{equivalente}$ ) (Carmona Álvarez & Ruge Cárdenas, 2015) son:” (Gonzalez G, 1999)

$$\phi_{equivalente} = 27 + 0.1875 * N_{1(45)} \quad \text{(JSCE, 1984) (Japan National Railway)} \quad [ 3-20]$$

$$\phi_{equivalente} = 15 + (9.375 * N_{1(45)})^{0.5} \quad \text{(JSCE, 1984) (Japan Road Bureau)} \quad [ 3-21]$$

$$\phi_{equivalente} = 15 + \sqrt{12.5 * N_{1(45)}} \quad (Kishida, 1969) \quad [3-22]$$

$$\phi_{equivalente} = 26.25 * \left( 2 - e^{\left( \frac{-N_{1(45)}}{62} \right)} \right) \quad (Peck, Hanson, & Thornburn, 1953) \quad [3-23]$$

$$\phi_{equivalente} = \tan^{-1} \left( \left( \frac{N_{1(45)}}{43.3} \right)^{0.34} \right) \quad (Schmertmann, 1975) \quad [3-24]$$

$$\phi_{equivalente} = 28.5 + 0.25 * N_{45} \quad (Terzagui & Peck, 1948) \quad [3-25]$$

Luego mediante la ecuación [3-27] se evalúa la resistencia al corte (De Mello, 1971) y (Guen, 2014).

$$\tau = c' + \sigma'_N * \tan(\phi') \quad (Bowles J. E., 1997, pág. 90) \quad [3-26]$$

Mediante las correlaciones se estima  $\tau$  mediante un  $\phi_{equivalente}$  para los cuales  $c' = 0$  (Gonzalez G, 1999, pág. 5)

$$\tau = \sigma'_N * \tan(\phi_{equivalente}) \quad [3-27]$$

En las X Jornadas Geotecnicas de la Ingeniería Colombiana en el año 1999, el profesor Alvaro J. Gonzalez, presentó un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia ( $\phi'$  y  $c'$ ), mediante el empleo de los golpes del ensayo de penetración estándar (SPT). (Gonzalez G, 1999)

*Procedimiento* (Gonzalez G, 1999):

- a.) Obtener los valores  $N_{SPT}$ , con sus respectivos datos, además tener una descripción geológica del sondeo.
- b.) Poner la profundidad media entre las dos lecturas de golpes.
- c.) Obtener o estimar el valor del peso unitario de la muestra.
- d.) Obtener lo más fiablemente posible la posición del nivel piezométrico.
- e.) Calcular el valor de las tensiones totales ( $\sigma'$ ), la presión de poros ( $u_w$ ) y las tensiones efectivos ( $\sigma' = \sigma - u_w$ ) para toda la columna de ensayo. Hay que tener en cuenta que el material puede estar saturado y la presión de poros puede ser negativa hasta la altura de capilaridad.
- f.) El valor de  $N_{1(45)}$  para Colombia o la energía calibrada para el equipo, se corrige por confinamiento con la formulación de  $C_n$  de Seed-Idriss (Marcuson), teniendo en cuenta que  $C_n \leq 2$ .
- g.) Se obtiene  $\phi_{equivalente}$
- h.) Se calcula  $\tau = \sigma'_N * \tan(\phi_{equivalente})$

- 
- i.) Se agrupan los valores de  $\tau$  y  $\sigma'_N$  por tipos de materiales.
  - j.) Se hace la regresión  $\tau$  vs  $\sigma'$  para cada tipo de material y se obtiene  $c'$  y  $\tan(\phi_{\text{equivalente}})$ . Si en la regresión resulta  $c' < 0$ , se obliga a la regresión pasar por cero.
  - k.) Se puede obtener el  $\phi'_{\text{mínimo}}$  de cada material haciendo  $\phi'_{\text{mínimo}} = \phi_{\text{equivalente\_mínimo}}$
  - l.) Se ponen los resultados en un diagrama  $c' - \tan(\phi'_{\text{mínimo}})$  y si son materiales del mismo origen geológico, los puntos normalmente se alinean en forma aproximada.

## 3.2 Métodos de análisis estadísticos

### 3.2.1 Diagramas de dispersión o diagrama de Scattergram

*“Es un gráfico que nos permite visualizar la relación entre dos variables de estudio, una con carácter de independiente y la otra dependiente de la primera, la representación sigue la convención establecida que, la variable independiente se ubicará en el eje horizontal y la dependiente en el eje vertical. Normalmente se presentan los valores como puntos ubicados en el plano, se recomienda no unir los puntos mediante segmentos.”* (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 39). Éste gráfico *“permite examinar de forma rápida si puede haber alguna relación entre las dos partes de la variable bidimensional”* (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 44), en otras palabras *“un Diagrama de Dispersión es la forma más sencilla de definir si existe o no una relación causa efecto entre dos variables y que tan firme es esta relación.”* (Arciga Monzón, 2006, pág. 12)

Los datos recolectados, son producto de cortes directos CD (consolidados drenados), donde se expresan los datos de dos variables, una dependiente (tensión cortante ( $\tau$ )) y una independiente (tensión normal ( $\sigma_N$ )), este par de valores son de datos individuales, por tal razón la mejor opción es realizar diagramas de dispersión, donde en las ordenadas debe de ir la variable dependiente ( $\tau$ ) y en las abscisas la variable independiente ( $\sigma_N$ ), cada pareja de valores ( $\sigma_{N_i}, \tau_i$ ) forman un punto.

### 3.2.2 Modelo de regresión lineal simple

Es una relación, en nuestro caso, es aleatoria entre las variables  $\sigma_N$  y  $\tau$ , donde se puede observar una cierta tendencia entre ambas variables y “se conoce como línea o recta de regresión a la representación gráfica de la función que se ajusta a la nube de puntos del diagrama de dispersión” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 185) y se representa con la ecuación [ 3-28], a esta ecuación se le asocia un error estándar

$$\tau = m * \sigma_N + C'$$

**Ecuación de regresión  
para nuestro caso [ 3-28]**

### 3.2.3 Coeficiente de correlación lineal o de Pearson

“La utilidad de la covarianza como medida de correlación está limitada por el hecho de que depende de las unidades de medida en que se trabaje. Para construir una medida adimensional de la correlación habrá que dividir la varianza por un término con sus mismas dimensiones. De esta forma, se define el coeficiente de correlación lineal  $r$  como el cociente entre la covarianza y las desviaciones típicas (o raíces cuadradas de las varianzas) de  $x$  e  $y$ ” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 192)

$$r = \frac{S_{xy}^2}{S_x * S_y}$$

**Correlación de Pearson o  
correlación lineal [ 3-29]**

Este coeficiente varía entre -1 y 1, cuando vale cero se deduce que las variables no están correlacionadas.

**Tabla 3-1. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson. Elaboración propia a partir de: (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011), (Pearson, Notes on Regression and Inheritance in the Case of Two Parents, 1895) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018)**

Coeficiente	Interpretación
$r=1$	Correlación positiva perfecta (relación directa)
$0.8 < r < 1.0$	Correlación positiva muy alta
$0.6 < r \leq 0.8$	Correlación positiva alta
$0.4 < r \leq 0.6$	Correlación positiva moderada
$0.2 < r \leq 0.4$	Correlación positiva baja
$0.0 < r \leq 0.2$	Correlación positiva muy baja
$r=0$	Correlación nula
$-0.2 \leq r < 0.0$	Correlación negativa muy baja
$-0.4 \leq r < -0.2$	Correlación negativa baja

Coefficiente	Interpretación
$-0.6 \leq r < -0.4$	Correlación negativa moderada
$-0.8 \leq r < -0.6$	Correlación negativa alta
$-1.0 < r < -0.8$	Correlación negativa muy alta
$r = -1$	Correlación negativa perfecta (relación inversa)

### 3.2.4 Coeficiente de determinación ( $R^2$ )

Se define como “la fracción de la variación total que se explica por la recta de regresión de mínimos cuadrados o el cociente de la variación explicada entre la variación total” (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009, pág. 348), este coeficiente está entre 0 (no hay ajuste del modelo) y 1 (ajuste total del modelo a la variable que queremos explicar ( $\tau$ )); en otras palabras, la recta de regresión explica el  $100\% \cdot R^2$  de la variación total observada en la variable dependiente (en nuestro caso es  $\tau$ ). Solo en la regresión lineal simple  $R^2 = r^2$ .

$$R^2 = r^2 = \frac{\text{Variación explicada}}{\text{Variación Total}} = \frac{\sum (\tau_{i\_Estimada} - \bar{x}(\tau))^2}{\sum (\tau_i - \bar{x}(\tau))^2} \quad \text{Coeficiente } R^2 \quad [3-30]$$

### 3.2.5 Intervalo de confianza (I.C.)

Los intervalos de confianza bilateral se utilizan para estimar los valores probables inferior y superior para la respuesta media, es decir, proporcionan un rango de valores probables para la respuesta media y nos muestran que tan seguro son estos rangos en una muestra que tengamos. (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011), (Salazar P. & Del Castillo G., 2018) y (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009).

$$m * \sigma_{Ni\_NUEVA} + C' \pm \left( t_{n-2, \frac{\alpha}{2}} \right) * \sigma_{\epsilon} * \sqrt{\left( \frac{1}{n} \right) + \frac{(\sigma_{Ni\_NUEVA} - \bar{x}(\sigma_{Ni}))^2}{\sum_{i=1}^n (\sigma_{Ni} - \bar{x}(\sigma_{Ni}))^2}} \quad \text{I.C.} \quad [3-31]$$

### 3.2.6 Intervalo de predicción (I.P.)

Los intervalos de confianza bilateral se usan para estimar valores probables inferior y superior para una sola observación futura, en otras palabras, provee un rango de valores para una respuesta individual. El I.P. siempre es más amplio que el I.C. debido a la incertidumbre adicional que implica la predicción de una respuesta individual en comparación con la respuesta media. (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García,

Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011), (Salazar P. & Del Castillo G., 2018) y (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009).

$$m * \sigma_{Ni_{NUEVA}} + C' \pm \left( t_{n-2, \frac{\alpha}{2}} \right) * \sigma_{\varepsilon} * \sqrt{1 + \left( \frac{1}{n} \right) + \frac{\left( \sigma_{Ni_{NUEVA}} - \bar{x}(\sigma_{Ni}) \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left( \sigma_{Ni} - \bar{x}(\sigma_{Ni}) \right)^2}} \quad \text{I.P.} \quad [3-32]$$

## **4 RECOLECCIÓN DE DATOS**

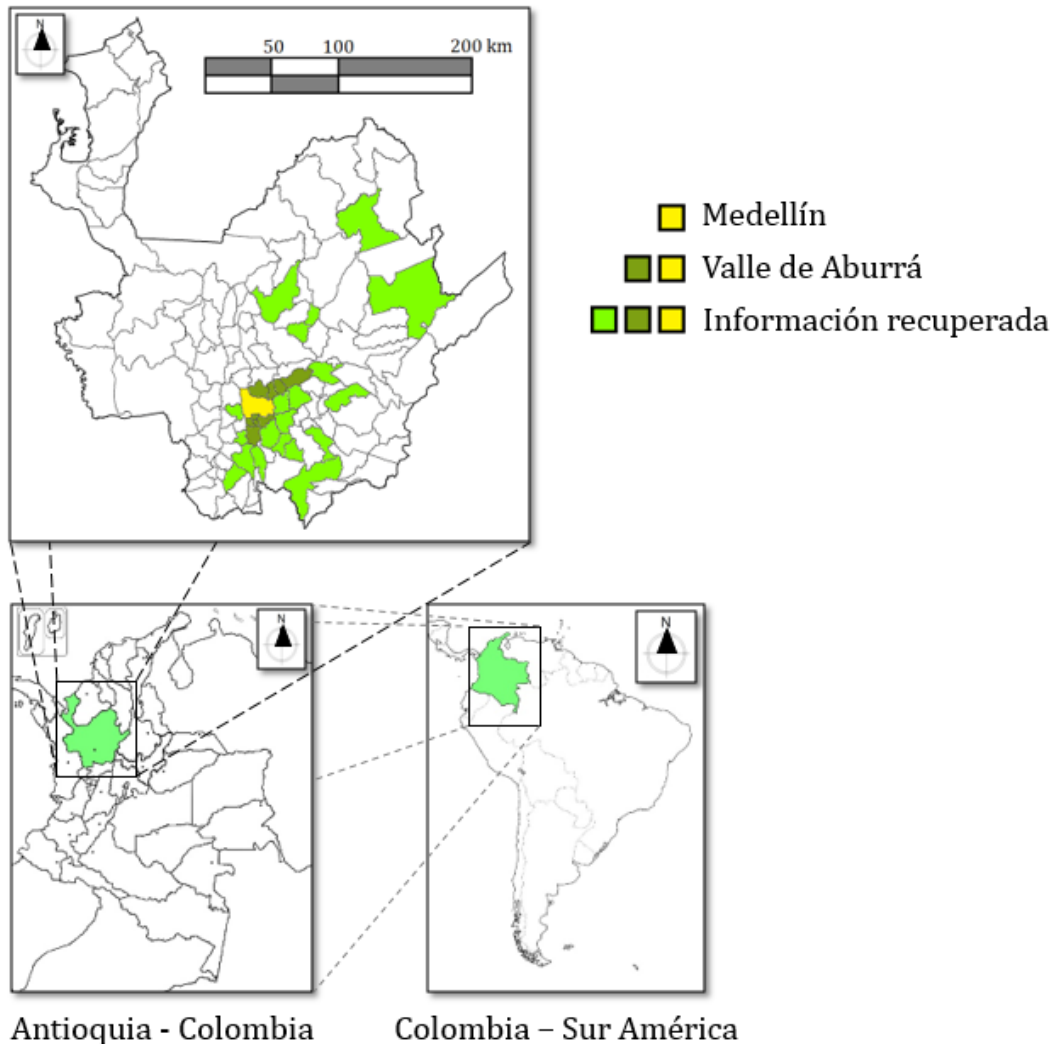
### **4.1 Localización de la zona de estudio**

La zona principal de estudio se encuentra en el Valle de Aburrá y sus alrededores, ubicada en el centro-sur del departamento de Antioquia – Colombia, aunque también se recuperó información de otros municipios del departamento donde se encuentra el mismo tipo de material (suelo) y/o formación geológica que está en la zona principal.

A continuación, se menciona el nombre de los municipios del departamento de Antioquia en los cuales se recuperó información (ver Figura 4-1):

- Medellín - Capital del Departamento
- Barbosa - Valle de Aburrá
- Bello - Valle de Aburrá
- Caldas - Valle de Aburrá
- Copacabana - Valle de Aburrá
- Envigado - Valle de Aburrá
- Girardota - Valle de Aburrá
- Itagüí - Valle de Aburrá
- La Estrella - Valle de Aburrá
- Sabaneta - Valle de Aburrá
- Amagá - Municipio de Antioquia
- Carolina - Municipio de Antioquia
- Cocorná - Municipio de Antioquia
- El Retiro - Municipio de Antioquia
- Fredonia - Municipio de Antioquia
- Guadalupe - Municipio de Antioquia
- Guarne - Municipio de Antioquia
- Heliconia - Municipio de Antioquia
- Jericó - Municipio de Antioquia
- La Ceja - Municipio de Antioquia
- La Unión - Municipio de Antioquia
- Remedios - Municipio de Antioquia
- Rionegro - Municipio de Antioquia
- San Rafael - Municipio de Antioquia
- San Vicente - Municipio de Antioquia
- Santa Barbara - Municipio de Antioquia

Santo Domingo - Municipio de Antioquia  
Sonson - Municipio de Antioquia  
Yarumal - Municipio de Antioquia  
Zaragoza - Municipio de Antioquia



**Figura 4-1. Ubicación gráfica de los municipios donde se recuperó información. Elaboración propia a partir de: (Colaboradores de OpenStreetMap celeberrima, 2019), (Content Mapas Didactalia, 2019) y (Mapas Para Colorear, 2019)**

De la información recuperada, el 81% es en el Valle de Aburrá, el 11% en municipios adyacentes y el 8% en municipios de Antioquia con igual material y/o formación geológica.



---

## 4.2 Procesamiento de datos

La información se recolectó en la ciudad de Medellín, en 3 empresas dedicadas a la geotecnia en la ciudad (GEO2 S.A.S., VIECO INGENIERIA DE SUELOS S.A.S. e INTEINSA S.A.), además, dos ingenieros de la ciudad (Diego Galeano y Juan Camilo Agudelo), facilitaron información de algunos proyectos realizados en el Valle de Aburrá.

Como se mencionó en el subcapítulo anterior, la mayor parte de la información (información principal) estuvo centrada en el Valle de Aburrá (81% ) y municipios cercanos - adyacentes (11%), aunque debido a la similitud de los materiales e igual formación geológica, se tuvo en cuenta información de otros municipios en el departamento de Antioquia (8%), en total fueron 30 municipios (10 del Valle de Aburrá, 9 municipios cercanos o adyacentes al Valle de Aburrá y 11 municipios con similitudes de material y/o igual formación geológica).

Sólo se tuvo en cuenta las muestras a las que se les realizaron cortes directos consolidados drenados (CD), ya que éste ensayo es el único normalizado (American Society of Testing Materials (ASTM D 3080), Edition 1998), además, hasta el momento no ha sido posible medir presión de poros este ensayo, ***“el aparato de la caja de corte no puede evitar el drenaje”*** (Budhu, 2010, pág. 287) y la mayoría de suelos de Antioquia derivados de la meteorización, son limosos y limo-arenosos, tal como se puede observar los Gráfico 5-1, Gráfico 5-3, Gráfico 5-5 y Gráfico 5-7.

### 4.2.1 Datos generales (base de datos)

La recolección de información para generar la base de datos, se realizó personalmente en cada empresa y con cada ingeniero, en los datos registrados, se realizó una evaluación para determinar si la información era válida y relevante; sin embargo, en algunas ocasiones (en la primera parte de recolección), se obtuvo información que no será utilizada para los análisis del presente informe, pero estarán en la base de datos general. Dicha evaluación consistió en determinar el tipo de material, la formación geológica, la ubicación del sondeo y si los especímenes dilataban durante el ensayo.

En los sondeos donde se pudo registrar la ubicación en WGS 84 (Latitud “N” y Longitud “O”), se realizó un desplazamiento del punto en un radio entre 150 m y 300 m del lugar original, debido a convenios con las empresas para manejo de datos en la protección de los proyectos asociados.

En el APÉNDICE A. BASE DE DATOS GENERAL, se registran los datos correspondientes a las coordenadas ( $N'$  y  $O'$ ), el número de golpes del ensayo de penetración estándar

arriba ( $N_{SPT \uparrow}$ ) y abajo ( $N_{SPT \downarrow}$ ) de la profundidad inicial y final ( $Z_0, Z_F$ ) de donde se tomó la muestra de la que sacaron los especímenes para: la humedad natural del suelo (%W), límites de Atterberg ( $LL$  y  $LP$  con  $IP$ ), la granulometría ( $G(\%)$ ,  $S(\%)$ ,  $F(\%)$ ), el ensayo de corte directo consolidado drenado con los resultados de corte ( $\tau_i$ ) a los diferentes confinamientos ( $\sigma'_{N i}$ ) y los resultados inherentes a este ensayo tal como el peso específico húmedo promedio ( $\gamma_H$ ), la relación de vacíos promedio ( $e$ ) la porosidad promedio ( $n$ ) y la saturación promedio (%S), los promedios mencionados son de los especímenes; además, se registró la clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006), la geología y las unidades geológicas integradas asociadas según (Gómez, Montes, Nivia, & Diederix, 2015) y (Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Envigado y CORANTIOQUIA, 2009), por último, se presentan los resultados de la envolvente de regresión lineal de los puntos del corte directo ( $CD_{CD}$ ), ( $\phi'$ ) ángulo de la pendiente y ( $C'$ ) intercepto con el eje de las ordenadas ( $\tau$ ) (independientemente si es negativo, cero o positivo).

En los puntos ( $\sigma'_{N i}, \tau_i$ ) se marcó con **fuentes roja** los valores que dilataron en el ensayo de corte directo ( $CD_{CD}$ ); tal como se aprecia en el Gráfico 4-1, se marcaría el punto del espécimen 3 ( $\sigma'_{N 3} = 120 \text{ kPa}$ ,  $\tau_3 \approx 147 \text{ kPa}$ ) debido a que dilata como se indica en el numeral 0.

La cantidad de ensayos de corte directo consolidado drenado ( $CD_{CD}$ ) se especifican por material en la Tabla 4-1, los valores y materiales con **fuentes roja** **NO** serán tenidos en cuenta para los cálculos y análisis del presente informe, debido a que los llenos antrópicos, la ceniza volcánica, los depósitos de escorrentía y los depósitos aluviales no aportan información útil para el presente estudio ya que son materiales heterogéneos en su composición; además, se descarta también todo tipo material que tenga menos de 5 ensayos de  $CD_{CD}$ , ya que no tendría buena representatividad del material en los cálculos.

**Tabla 4-1. Cantidad de ensayos de corte directo ( $CD_{CD}$ ) por material**

Material	Cantidad	Total
LLENOS ANTRÓPICOS		
QLL	16	20
QLL Macrocaolinita	4	
CENIZA VOLCÁNICA		
Ceniza Volcánica	1	1
DEPÓSITO DE ESCORRENTÍA		
Qescorrentía	1	1
DEPÓSITOS ALUVIALES		
Qal f	13	35
Qal f (Río Medellín)	1	

Material	Cantidad	Total
Qal f IC	7	
Qal f-m	2	
Qal f-m (Río Medellín)	2	
Qal m	4	
Qal m IC	3	
Qal m-f	1	
Qal m-g	2	
DEPÓSITOS DE VERTIENTE		
Qdv	5	177
QF IB (OCC)	7	
QF IB (Oriental)	4	
QF IC (Occ)	66	
QF IC (Oriental)	94	
QF OX (Oriental)	1	
SUELOS RESIDUALES (IB)		
IB Anfibolita	5	48
IB Aplita	1	
IB Basalto	1	
IB Brecha Volcánica	2	
IB Cuarzodiorita	1	
IB Diorita	1	
IB Dunita	8	
IB Esquisto	1	
IB Gabro	5	
IB Gneis	7	
IB Granodiorita	12	
IB Granulita	1	
IB Migmatita	3	
SAPROLITOS (IC)		
IC Aglomerado	2	420
IC Andesita	1	
IC Anfibolita	54	
IC Arcillolita	1	
IC Basalto	2	
IC Brecha Volcánica	3	
IC Carbón	2	
IC Cuarzodiorita	2	
IC Diorita	24	
IC Dunita	35	

Material	Cantidad	Total
IC Esquisto	9	
IC Gabro	45	
IC Gneis	68	
IC Granodiorita	109	
IC Granofels	3	
IC Granulita	5	
IC marmol	2	
IC Metabasitas	2	
IC Migmatita	51	
<b>TOTAL</b>		
<b>702</b>		

#### 4.2.2 Datos depurados

Después de realizar una depuración como se mencionó anteriormente, donde se descartaron los materiales que no aportaban información relevante o suficiente para los análisis, queda la Tabla 4-2, que muestra que se trabajarán con 604 ensayos de corte directo y la cantidad de ensayos por tipo de material.

Los depósitos de flujo (QF), pueden ser de lodos y/o escombros (Gómez, Montes, Nivia, & Diederix, 2015), (INGEOMINAS, 2001), (INGEOMINAS, 2005) y (Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Envigado y CORANTIOQUIA, 2009) y son tan antiguos que se depositaron y meteorizaron, *in-situ*, generando matrices meteorizadas con bloques meteorizados que conservan y preservan la estructura del bloque parental, bloques saprolitizados (IC) (Deere & Patton, 1971), o matrices muy meteorizadas con bloques fantasmas residuales (IB) (Deere & Patton, 1971), en las empresas de ingeniería de la ciudad, le dicen depósitos de flujo saprolitizados (QF IC) o depósitos de flujo residual (QF IB).

Por último en el APÉNDICE B. BASE DE DATOS DEPURADA, se observa que además de los materiales de interés para el análisis, también se excluyó los puntos de corte directo CD que dilataron (ver Tabla 8-6 y).

**Tabla 4-2. Cantidad de ensayos de corte directo ( $CD_{CD}$ ) por material. Depurados**

Material	Cantidad	Total
DEPÓSITOS DE VERTIENTE		
QF IB (OCC)	7	167
QF IC (OCC)	66	
QF IC (Oriental)	94	
SUELOS RESIDUALES (IB)		

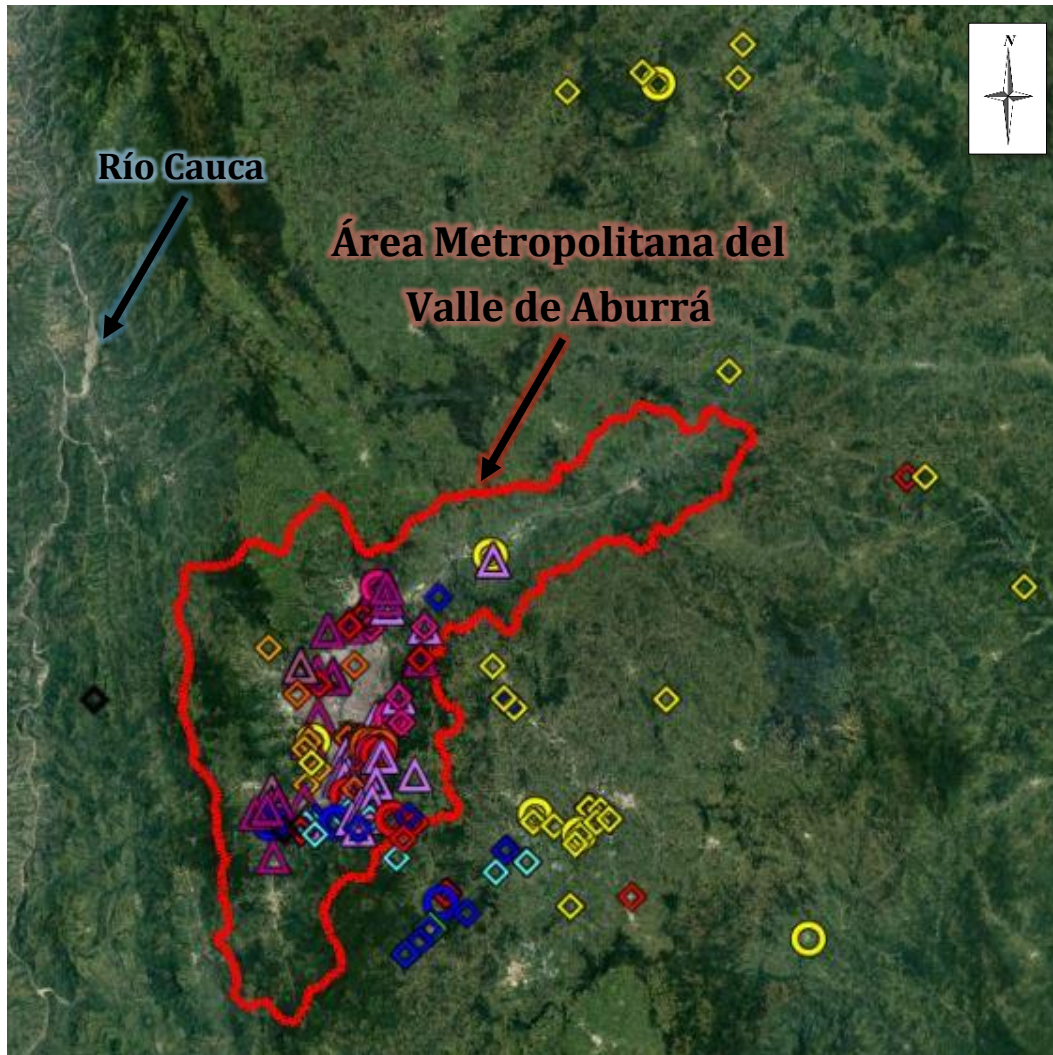
Material	Cantidad	Total
IB Anfibolita	5	37
IB Dunita	8	
IB Gabro	5	
IB Gneis	7	
IB Granodiorita	12	
SAPROLITOS (IC)		
IC Anfibolita	54	400
IC Diorita	24	
IC Dunita	35	
IC Esquisto	9	
IC Gabro	45	
IC Gneis	68	
IC Granodiorita	109	
IC Granulita	5	
IC Migmatita	51	
TOTAL		
604		

#### 4.2.2.1 Materiales

La clasificación U.S.C.S., utiliza 25 clasificaciones (2 para materiales orgánicos, 5 para finos, 9 para arenas y 9 para gravas) según su contenido de gravas (G) arenas (S) y finos (F), el resultado de los límites de Atterberg y el contenido materia orgánica. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006) (ver APÉNDICE H, Geotecnia, Ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo, Tabla 8-9).

Según la información obtenida de los 584 ensayos de clasificación para los CD<sub>CD</sub> (No todos los cortes directos tuvieron clasificación por parte de los laboratorios), solo será tenidas en cuenta 12 clasificaciones de la U.S.C.S. de la Tabla 8-9 para los 17 materiales o tipos de suelo encontrados para el análisis (Tabla 4-3), estas son: CH, CL, CL-ML, MH, ML, SC, SC-SM, SM, SW-SM, GC, GM y GP.

El Gráfico 5-1, Gráfico 5-3 y Gráfico 5-5 muestran las frecuencias de las clasificaciones U.S.C.S. para los Depósitos de flujo, Suelos residuales (IB) y saprolitos (IC) respectivamente. (Deere & Patton, 1971).





**Figura 4-2. Materiales con coordenadas en WGS-84. Imagen recuperada y modificada de Google Earth.**

A continuación, en la Tabla 4-3 se presenta la convención de los símbolos de la Figura 4-2.

**Tabla 4-3. Convenciones de símbolos de la Figura 4-2**

SÍMBOLO	MATERIAL
<b>Depósitos de Flujo Meteorizados</b>	
▲	: QF IB (OCC)
▲	: QF IC (OCC)
▲	: QF IC (Oriental)
<b>Suelo Residual (IB)</b>	
○	: IB Anfibolita

SÍMBOLO	MATERIAL
	: IB Dunita
	: IB Gabro
	: IB Gneis
	: IB Granodiorita
<b>Saprolito (IC)</b>	
	: IC Anfibolita
	: IC Diorita
	: IC Dunita
	: IC Esquisto
	: IC Gabro
	: IC Gneis
	: IC Granodiorita
	: IC Granulita
	: IC Migmatita

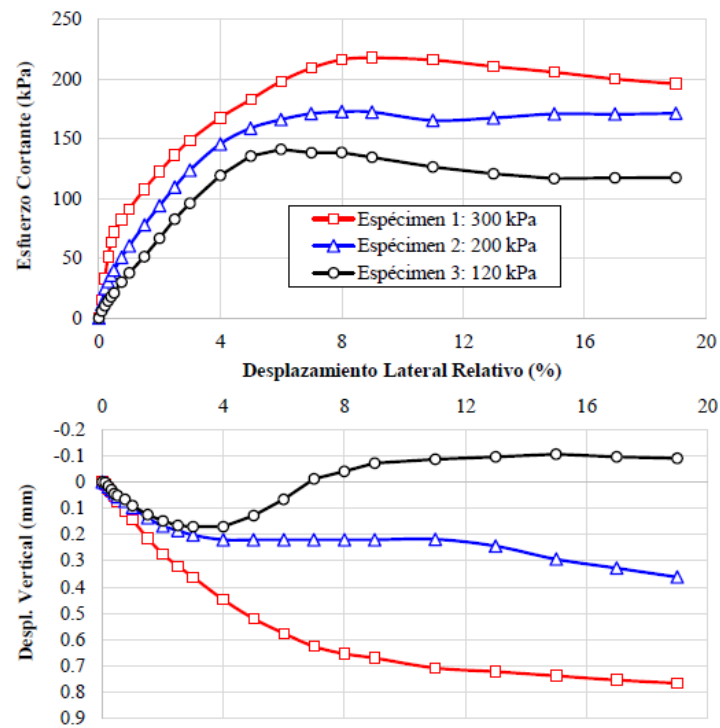
#### 4.2.2.2 Puntos sin dilatar

Como se explicó en el numeral 4.2.1, la información se obtuvo evaluando uno por uno los respectivos ensayos en especial los de  $CD_{CD}$ ; a estos últimos, se les revisó específicamente los comportamientos de las curvas Tensión cortante ( $\tau$ ) vs Deformación lateral relativa ( $\epsilon$ ) y Deformación vertical vs Deformación lateral relativa ( $\epsilon$ ), con el fin de corroborar la tensión cortante pico (ver numeral 0) para cada tensión normal de confinamiento, además, evaluar si en alguno de los especímenes ensayados, hubo dilatación (ver numeral 0).

En la Tabla 8-3 del APÉNDICE A. BASE DE DATOS GENERAL, se observa que los especímenes que dilataron están en **fuentes roja**, mientras que en la Tabla 8-6 del APÉNDICE B. BASE DE DATOS DEPURADA, no se muestra puntos ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ) que dilataron.

En el Gráfico 4-1, se observa que el espécimen 3 (con tensión de confinamiento 120 kPa) tuvo una dilatación cuando la deformación lateral relativa estaba próxima al 4%. Dicha información **NO** se tiene en cuenta para los análisis.





**Gráfico 4-1. Curvas de tensión cortante y desplazamiento vertical vs el desplazamiento lateral relativo de tres especímenes de uno de los laboratorios procesados. Dilata el espécimen 3.**

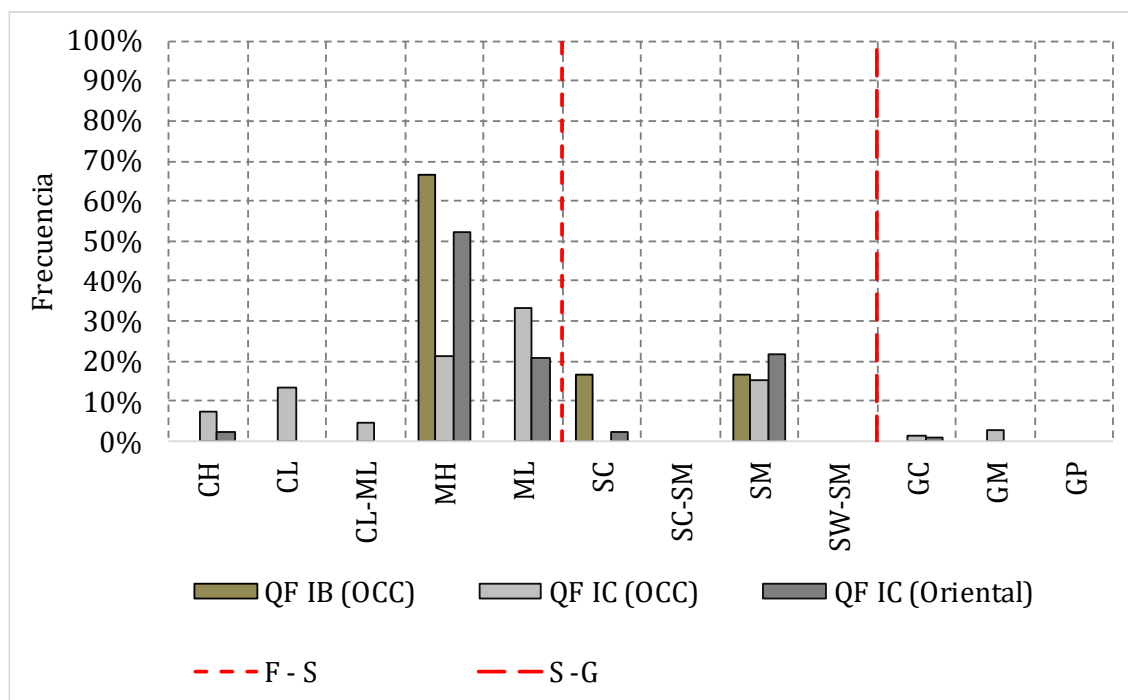


## 5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN & CORRELACIONES DE RESISTENCIA

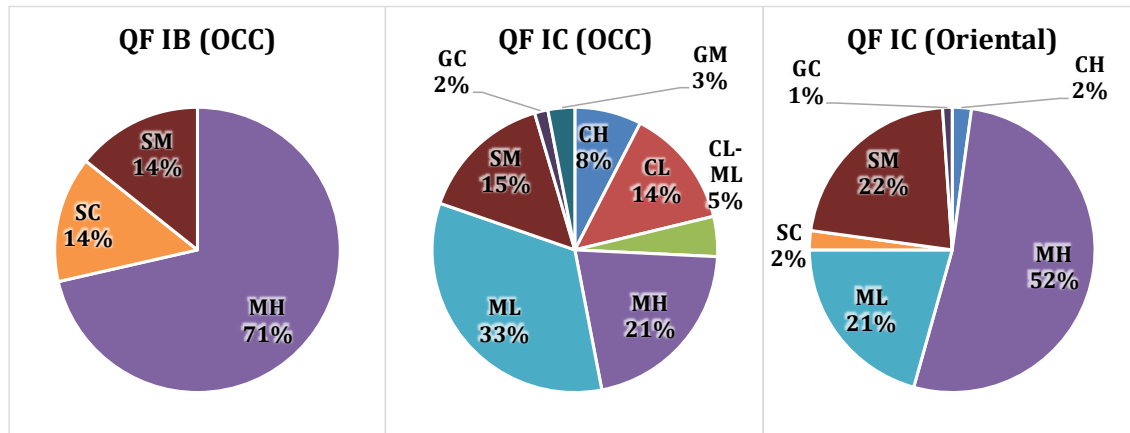
### 5.1 Análisis de la clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006)

#### 5.1.1 Depósitos de Flujo

En el Gráfico 5-1 se observa que la mayoría de materiales son limos de alta plasticidad (MH) con frecuencias del 67% para el QF IB (OCC) 21% para el QF IC (OCC) y 52% para el QF IC (Oriental); también, se encontró limos de baja plasticidad (ML) para los materiales QF IC (OCC) y QF IC (Oriental) con frecuencias del 33% y 21% respectivamente. En general los depósitos de flujo son mayormente limos.



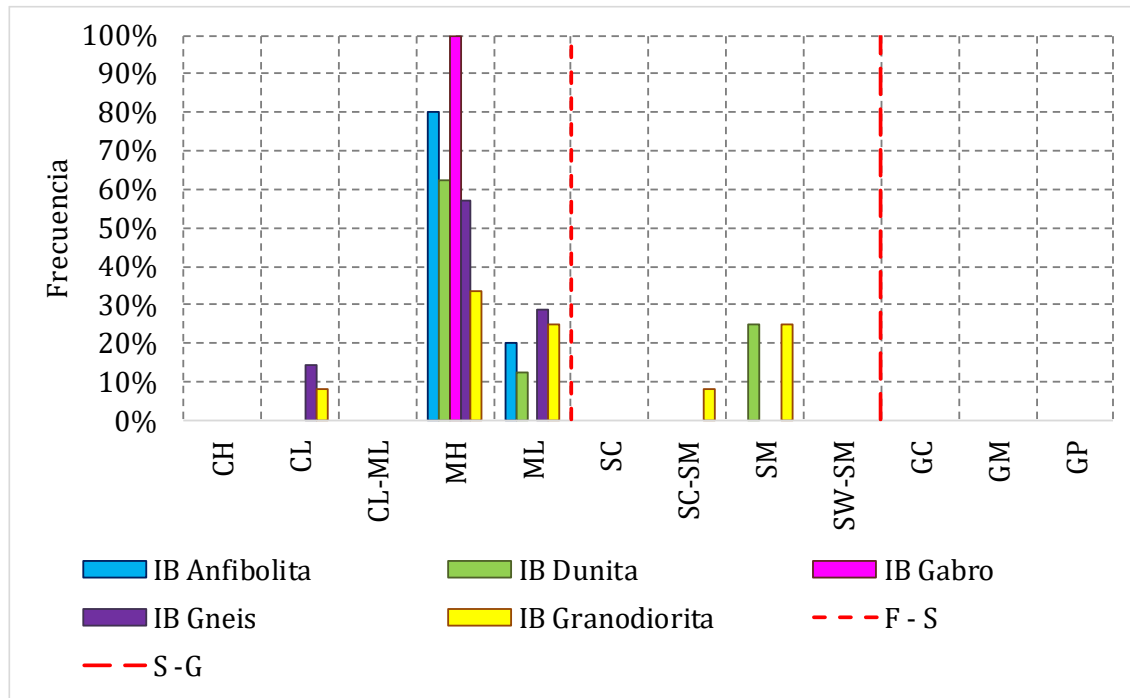
**Gráfico 5-1. Frecuencia de clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Depósitos de Flujo, "Residual" y "Saprolito".**



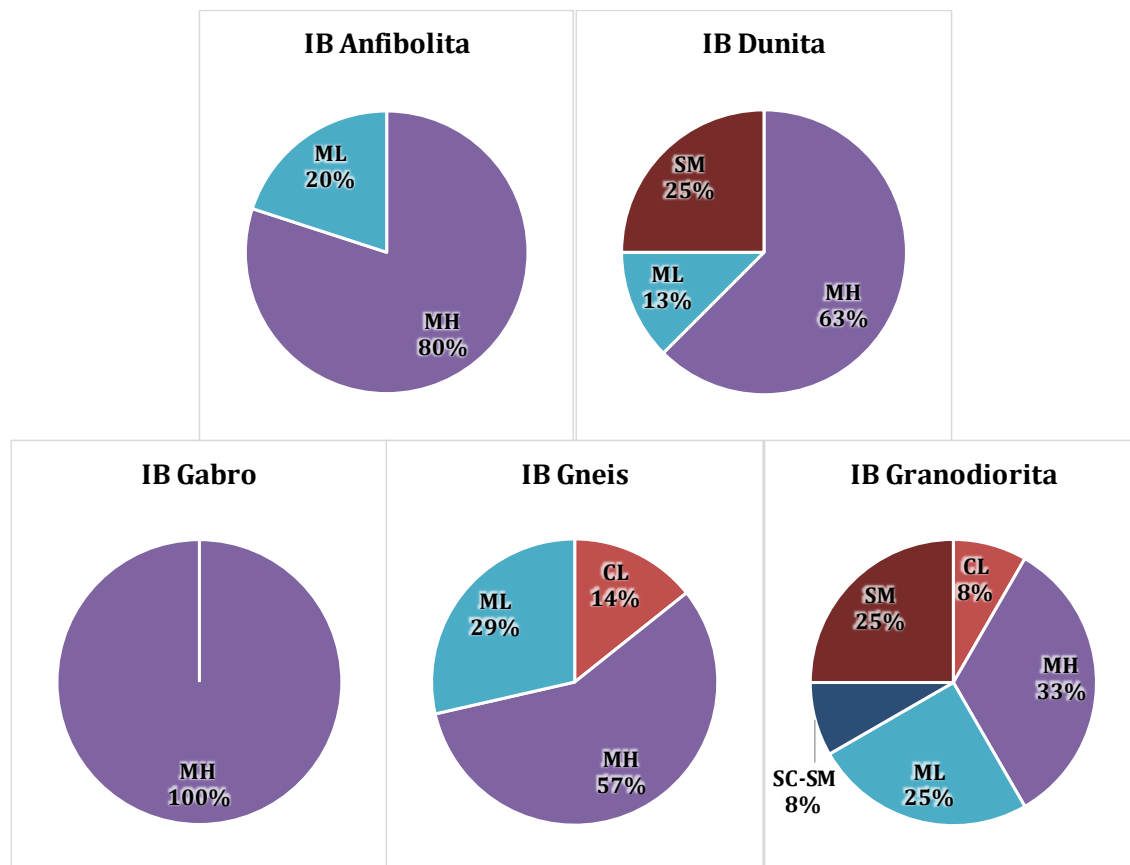
**Gráfico 5-2. Clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Depósitos de Flujo, “Residual” y “Saprolito”.**

### 5.1.2 Suelos residuales (IB) según (Deere & Patton, 1971)

Como en el caso anterior, los suelos residuales (IB), son mayormente limos de baja y alta plasticidad, con frecuencias grandes de hasta el 100% (MH) como en el caso del IB de gabro (5 datos) (ver Gráfico 5-3); estos materiales (IB) no tienen gran cantidad de información y esto puede sesgar estas frecuencias.



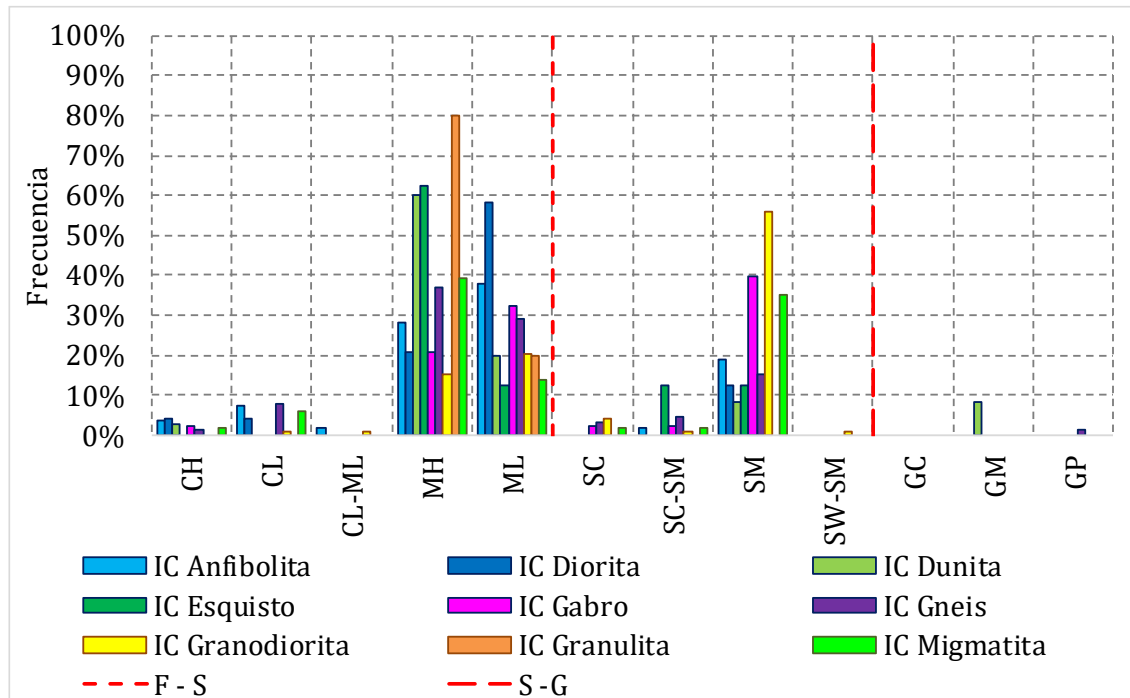
**Gráfico 5-3. Frecuencia de clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Suelo Residual (IB) según (Deere & Patton, 1971)**



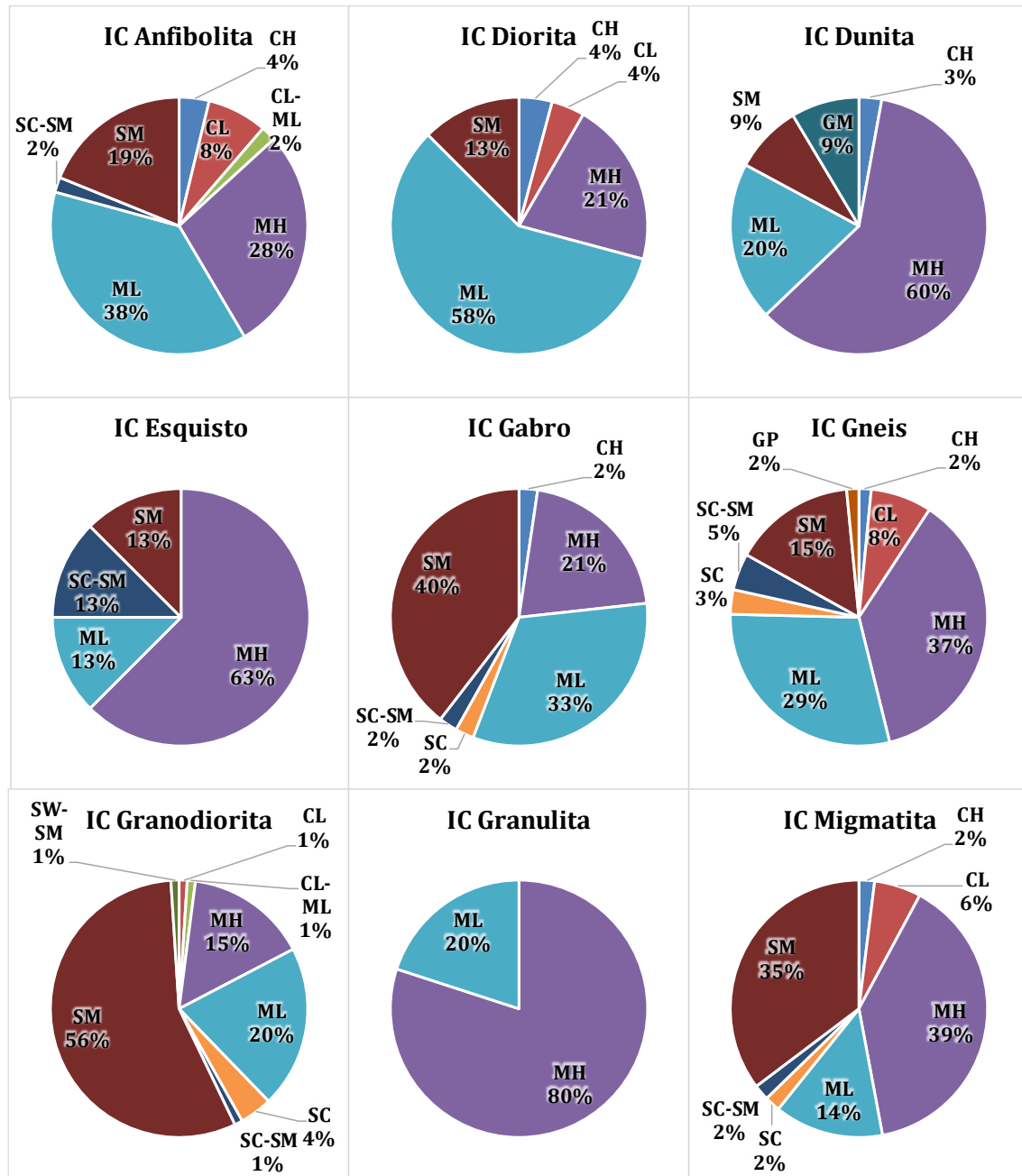
**Gráfico 5-4. Clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Suelo Residual (IB) según (Deere & Patton, 1971)**

### 5.1.3 Saprolitos (IC) según (Deere & Patton, 1971)

En el Gráfico 5-5, están los materiales saprolíticos (IC), en dichos materiales se observa un mayor contenido de arenas que en los residuales (IB) y depósitos de flujo meteorizados (QF meteorizados), pero en general estos, también son predominantemente limosos (ML y MH), el único material que tiene un mayor contenido de arenas que de limos, es el IC de granodiorita con una frecuencia del 56% (55 datos) SM (Arena limosa), sin embargo, en este material, el 35% de las muestras presentan resultados de limos (ML y MH). Por tanto, se pudo concluir que los saprolitos son mayormente limos.



**Gráfico 5-5. Frecuencia de clasificación (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Saprolito (IC) según (Deere & Patton, 1971)**

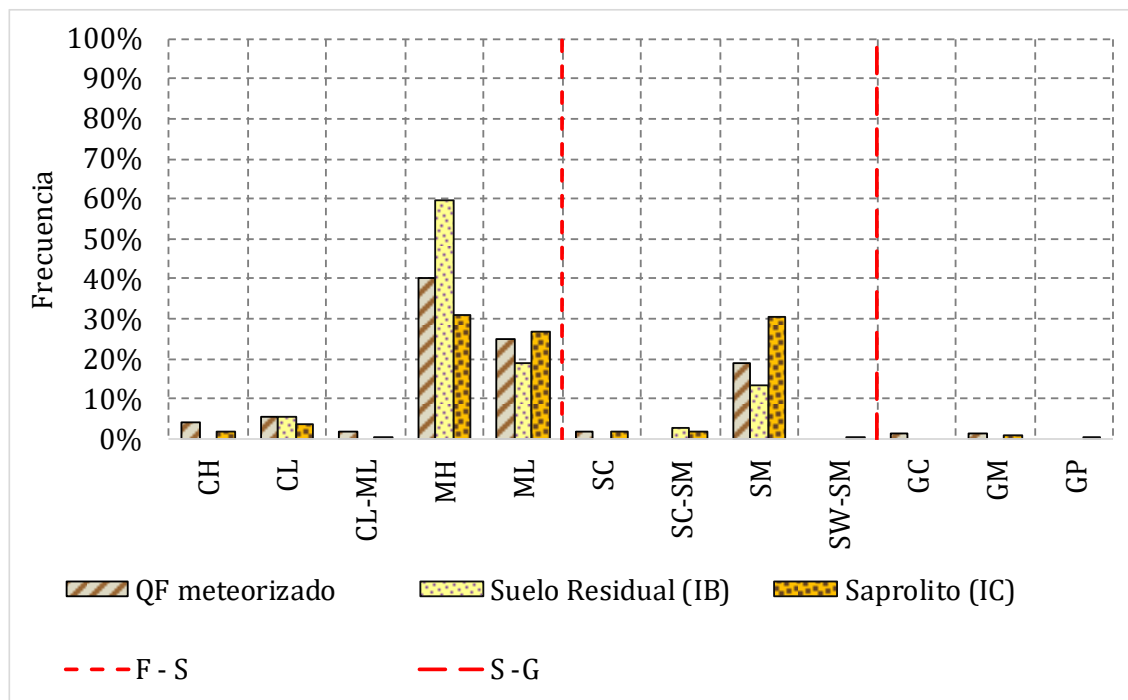


**Gráfico 5-6. Clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Saprolito (IC) según (Deere & Patton, 1971)**

#### 5.1.4 Clasificación U.S.C.S. para los materiales procesados por depósitos de flujo meteorizados, suelos residuales (IB) y saprolitos (IC)

Como se puede observar en el Gráfico 5-7, la mayoría de materiales procesados son limos (MH y ML), con frecuencias del 65% para los depósitos de flujo meteorizado, 78% para los suelos residuales (IB) y el 58% para los saprolitos (IC).

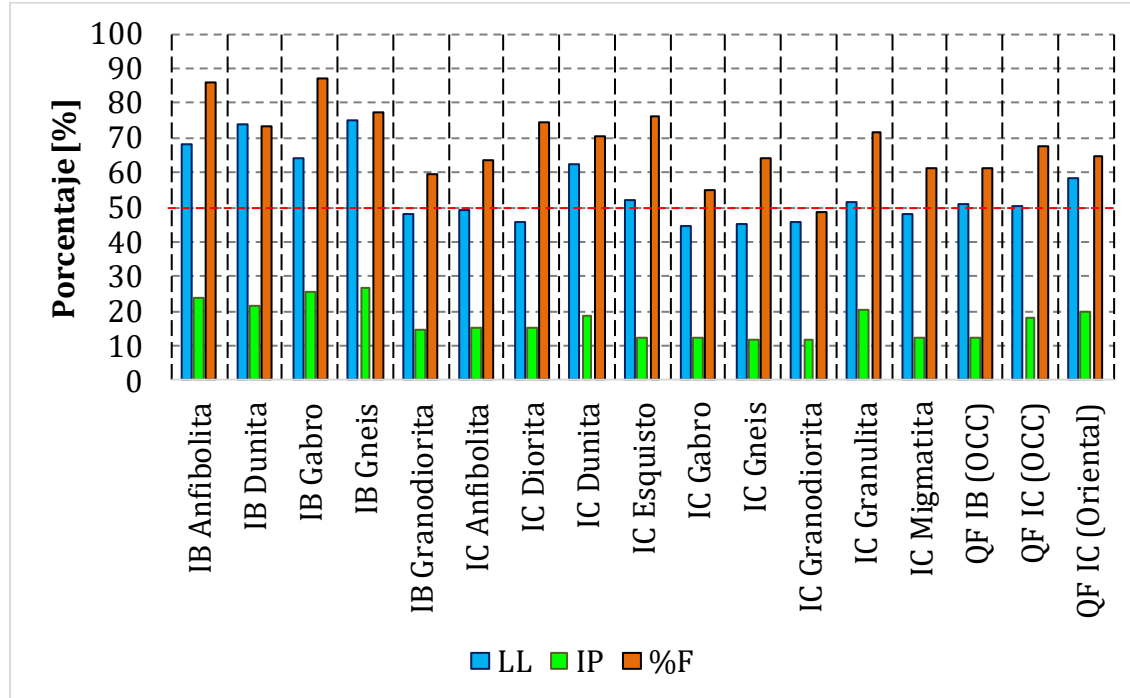
Es evidente que los materiales mas arenosos son los saprolitos con una frecuencia del 31% para SM (117 materiales).



**Gráfico 5-7. Clasificación U.S.C.S. (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006). Materiales encontrados.**

#### 5.1.5 Límite líquido (LL), índice de plasticidad (IP) y porcentaje de finos (%F) promedio de los materiales

En el Gráfico 5-8 se observa en porcentaje, los promedios del límite líquido, el índice de plasticidad y el porcentaje de finos para los 17 materiales. En los materiales tipo suelos residuales (IB) se observa que el promedio de los indicadores LL, IP y %F son más altos que en los demás; en la mayoría de materiales se observa que en promedio hay más del 50% de finos, donde predomina el limo como se ha mencionado anteriormente.



**Gráfico 5-8. Límite líquido (LL), índice de plasticidad (IP) y porcentaje de finos (%F) promedio de los materiales.**

## 5.2 Análisis de los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ , $\tau_i$ )

En este subcapítulo, se presentan los resultados gráficos de las dispersiones con sus respectivas correlaciones entre las variables ( $\sigma_{Ni}$ , *independiente*) y ( $\tau_i$ , *dependiente*) de los cortes directos consolidados drenados para los 17 diferentes suelos tropicales.

Como no se tiene conocimiento de la población para cada material, el error de precisión, debido a la cantidad de datos en la muestra estadística, para un nivel de confianza del 95%, es ideal que no supere el 9% (0.09). (ver APÉNDICE H. CONCEPTOS BÁSICOS, Estadística, Error muestral, de muestreo o de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ )).

Para todos los gráficos, los intervalos de confianza (I.C.) del 95% se encuentran mediante la ecuación [ 3-31], se presentan más cercanos donde está el valor medio de la tensión normal ( $\bar{x}(\sigma_{Ni})$ ) y la tensión cortante ( $\bar{x}(\tau_i)$ ), es más abierto en los extremos (donde hay menos datos); además, los intervalos de predicción (I.P.) que se obtienen con la ecuación [ 3-32] revelan que aproximadamente el 95% de los puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ) están dentro de estos y refleja la variabilidad de la recta estimada. Los intervalos de predicción, también se pueden aproximar sumándole y restándole 2



veces el error estándar de estimación ( $\sigma_\epsilon$ ) a la recta de predicción (regresión lineal) para asegurar que aproximadamente el 95.5% de los datos o puntos están entre estos, si solo se suma y resta una vez  $\sigma_\epsilon$ , entonces solo aproximadamente el 68% de los puntos estarán dentro de estos intervalos. (ver Tabla 5-1 y Tabla 5-2).

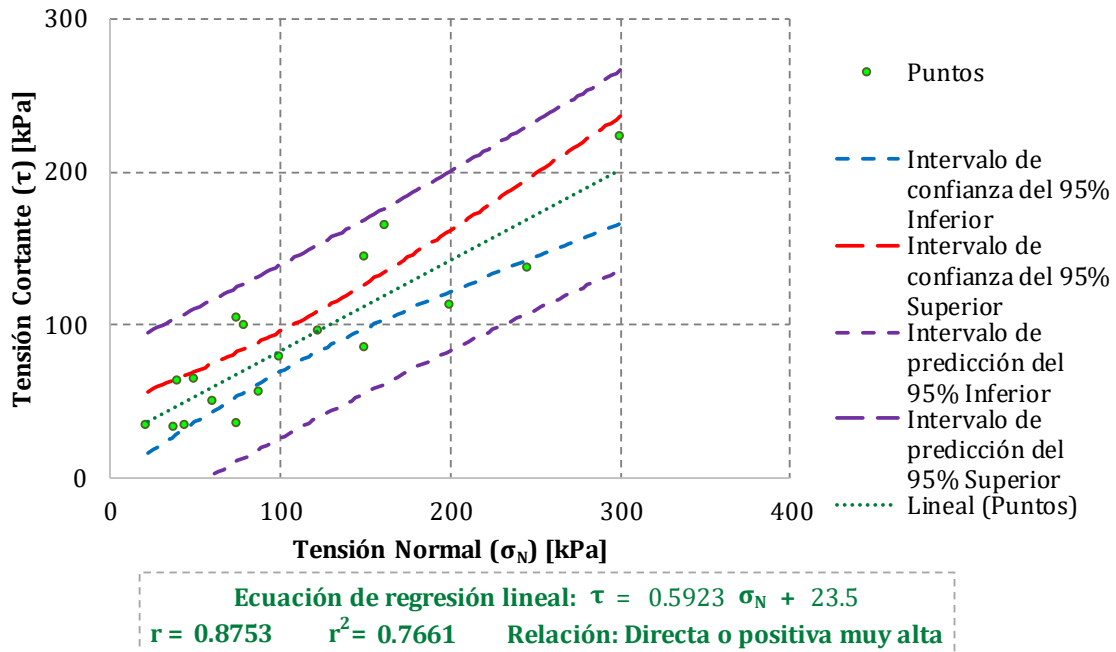
Es evidente que, la única diferencia entre las ecuaciones para obtener las rectas de I.P. (ecuación [ 3-32]) y las curvas de I.C. (ecuación [ 3-31]), es la suma del “1” dentro de la raíz, esto se debe a que el I.P. es más amplio que el I.C. debido a que el primero, tiene dos fuentes de incertidumbre, una es debida a la estimación de los parámetros desconocidos y la otra se debe a la aleatoriedad que suponemos, es decir, proporcionan un rango de valores probables para una respuesta individual; los I.C. proporcionan un rango de valores probables para la respuesta media. (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011), (Salazar P. & Del Castillo G., 2018) y (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009)

**NOTA: Para los intervalos de predicción se optó trabajar con la ecuación [ 3-32] que encierra aproximadamente el 95% de los datos, ya que, en general, en los materiales analizados, las correlaciones de Pearson son muy altas y la variabilidad estándar es baja.**

### 5.2.1 Depósitos de flujo meteorizados

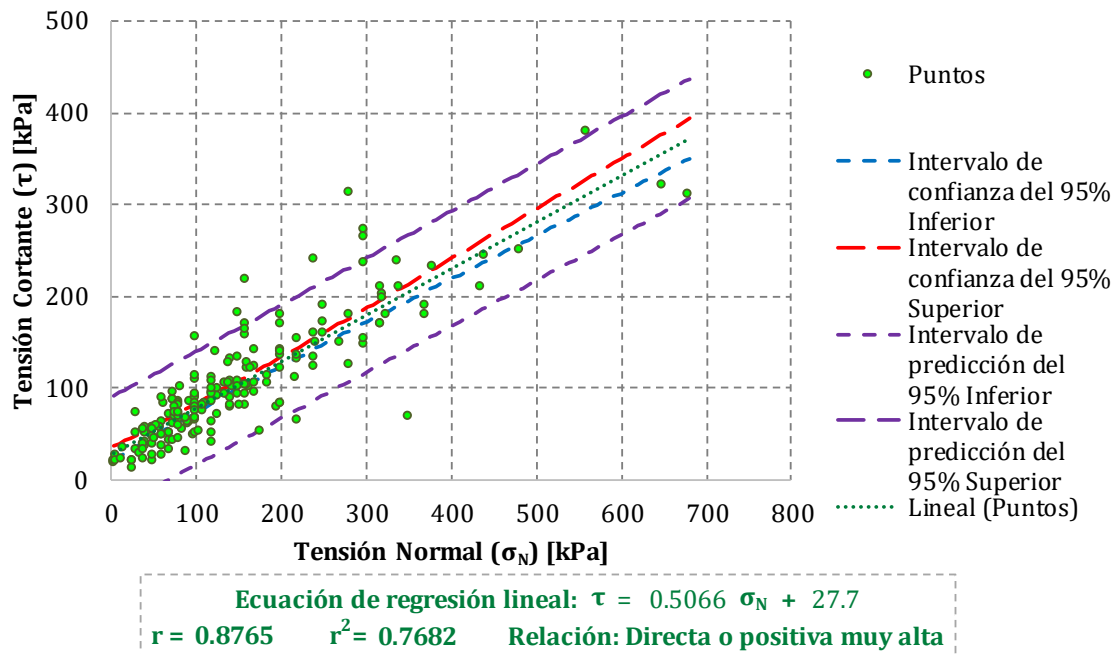
Los flujos son fenómenos de vertiente, ocurren cuando se satura el suelo y “*el material se desplaza pendiente abajo en forma de un fluido viscoso*” (Tarbuck & Lutgens, 2005), esto sucede generalmente en laderas con pendientes mayores a 8° (Pendientes moderadas (van Zuid, 1986)), el material que se desplaza, se deposita cuando la energía inercial no es lo suficiente para seguir avanzando, es decir, se deposita en zonas de menor pendiente; se llama flujo de lodos cuando la matriz es mayor al 50% o flujo de escombros cuando los bloques son superiores al 50% y están controlados por la red de drenaje existente, los depósitos más antiguos se encuentran la zona media y alta de la ladera. Estos depósitos son tan antiguos que se meteorizaron, *in-situ*, en ocasiones es tan avanzada, que se observan bloques fantasma donde no se reconoce estructura ni textura de los bloques o fragmentos de roca, esto lo que llamamos “suelo residual de depósito de flujo (QF IB)”, cuando en los bloques meteorizados se reconoce estructura y textura de la roca parental (fragmentos o bloques), lo llamamos “depósito de flujo saprolitizado (QF IC)”, (García L., 2006) y (Rendón Giraldo, Toro V., & Hermelin A., 2006).

A continuación, se presentan los gráficos obtenidos de 3 materiales tipo depósito de flujo meteorizado de las laderas Oriental y Occidental del Valle de Aburrá.



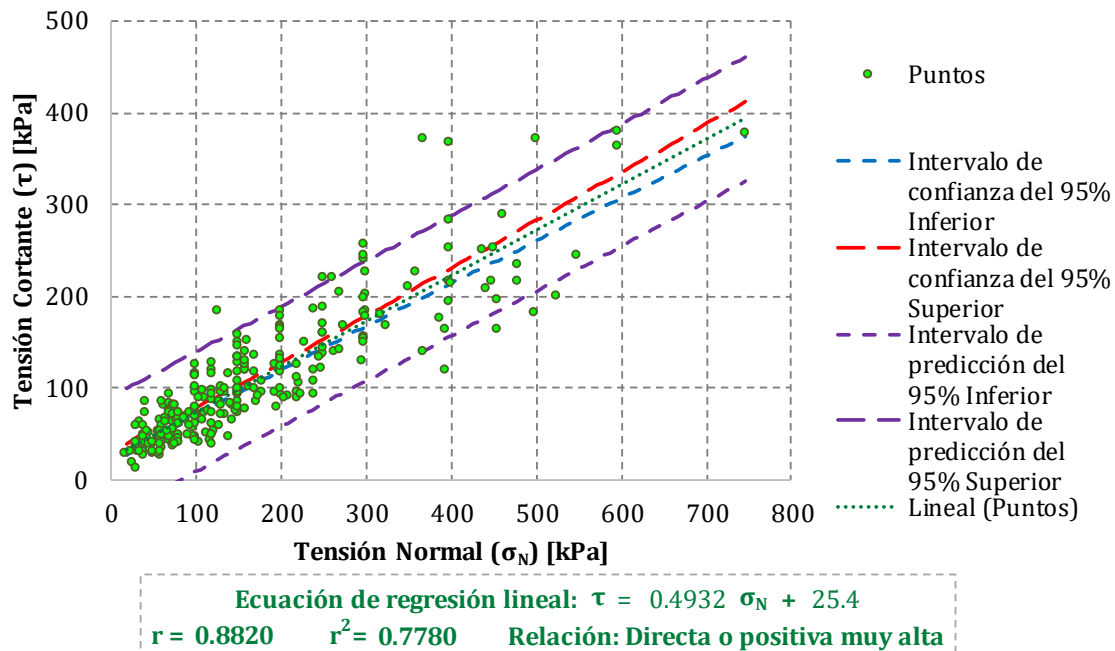
**Gráfico 5-9. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de depósito de flujo de la ladera occidental del Valle de Aburrá.**

El suelo residual de depósito de flujo de la ladera occidental (QF IB (OCC)), se identificó, por su ubicación espacial (ladera occidental del Valle de Aburrá). El Gráfico 5-9 muestra que en este material se tienen 18 puntos ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ), con un error de precisión del 23% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, muestra que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.875$ ) y aproximadamente el 77% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza son próximos a la recta de regresión donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N), \bar{x}(\tau)$ ), mientras que los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la regresión de regresión lineal y espaciados aproximadamente  $\pm 59$  kPa de la recta de regresión, se estima un parámetro  $\phi' \approx 31^\circ \pm 9^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente.



**Gráfico 5-10. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Depósito de flujo saprolitizado (IC) de la ladera occidental del Valle de Aburrá.**

El depósito de flujo saprolitizado de la ladera occidental (QF IC (OCC)), al igual que en el caso anterior, se identificó, por su ubicación espacial (ladera occidental del Valle de Aburrá). El Gráfico 5-10 muestra que en este material se tienen 191 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 7% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, muestra que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.876$ ) y aproximadamente el 77% de la variación total observada en la variable dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), aunque en este caso los coeficiente de correlación ( $r$ ) y determinación ( $r^2 = R^2$ ), son similares a los valores del anterior material, los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) y se expanden más notoriamente solo en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 63$  kPa de dicha recta, se estima un parámetro  $\phi' \approx 27^\circ \pm 2^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente.



**Gráfico 5-11. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Depósito de flujo saprolitizado (IC) de la ladera oriental del Valle de Aburrá.**

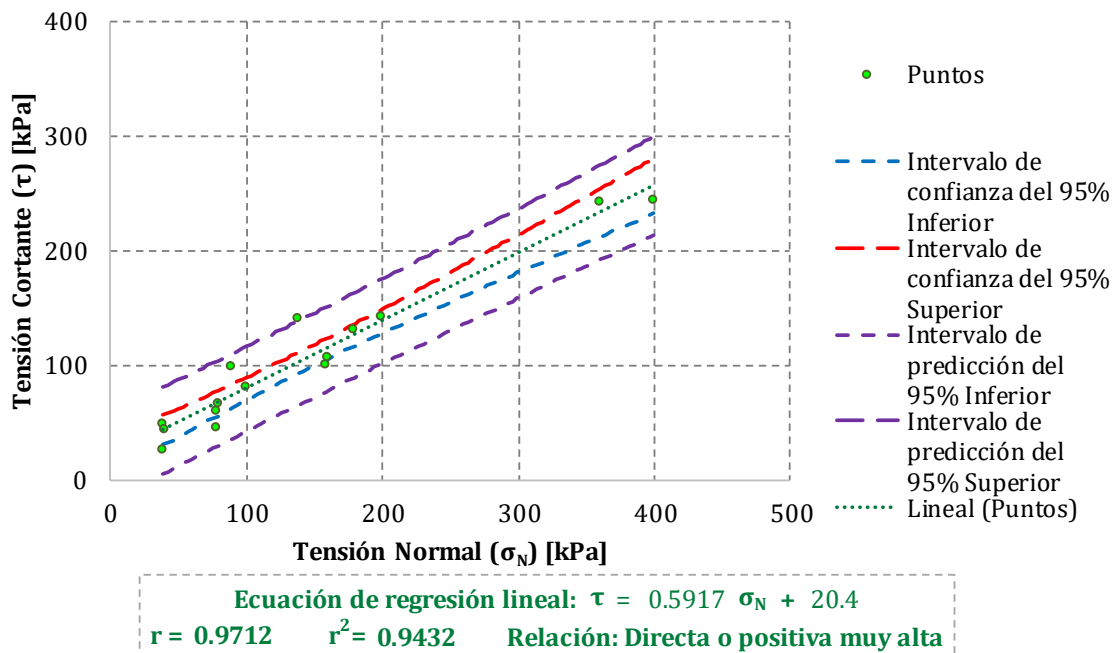
El depósito de flujo saprolitizado de la ladera oriental (QF IC (Oriental)), se identificó, por su ubicación espacial (ladera oriental del Valle de Aburrá). El Gráfico 5-11 muestra que en este material se obtuvo 265 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 6% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.882$ ) y aproximadamente el 78% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) (en el extremo izquierdo del gráfico) y se expanden más notoriamente solo en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 66$  kPa de dicha recta se estima un parámetro  $\phi' \approx 26^\circ \pm 2^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente.

**NOTA:** Es muy importante resaltar, que a para los flujos saprolitizados (QF IC (OCC) y QF IC (Oriental)), los ángulos de la recta de regresión ( $\phi'$ ), el intercepto en el eje de las ordenadas ( $C'$ ), el error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) y las desviaciones estándar respecto a la tensión normal ( $S(\sigma_{Ni})$ ) y la tensión cortante ( $S(\tau_i)$ ), los valores son similares, esto puede deberse al grado de meteorización de estos materiales. Los valores indicadores promedio LL, IP y

%F para estos dos materiales, son: LL=51%, IP=18%, %F=67% para QF IC OCC y LL=58%, IP=20%, %F=65% para QF IC Oriental

### 5.2.2 Suelos residuales (IB) según (Deere & Patton, 1971)

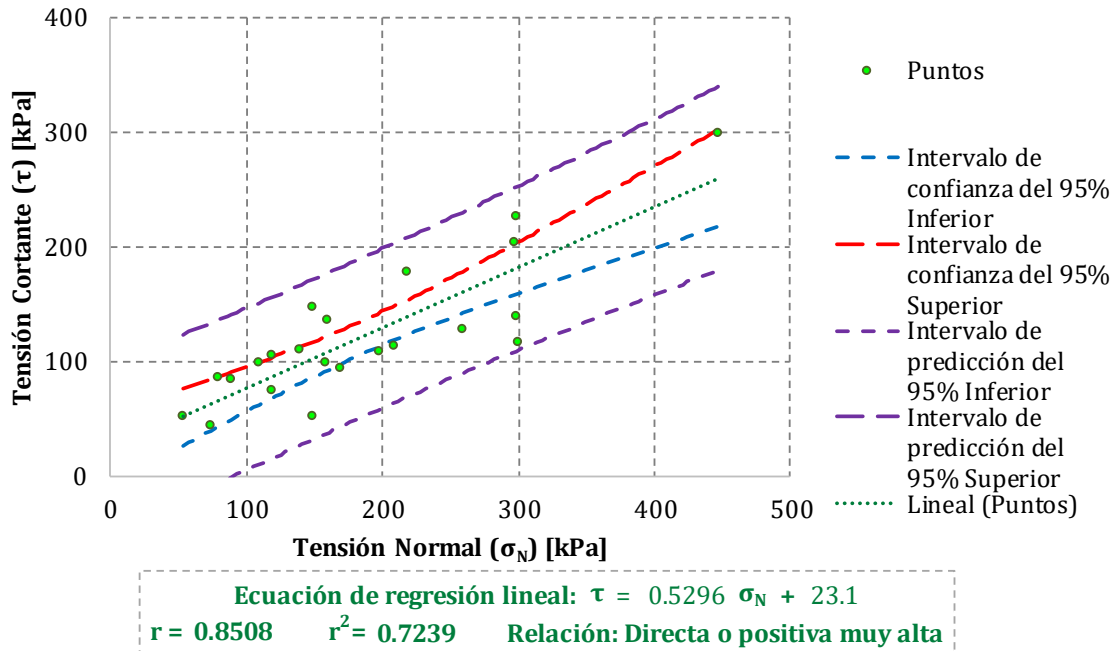
Un suelo residual, según el perfil de meteorización es un “suelo maduro, que está constituido por minerales secundarios y primarios que resistieron la meteorización, presenta gradación variable y no tiene ninguna herencia de su roca de origen, siendo su comportamiento similar al de un suelo sedimentario. Se trata principalmente de un suelo homogéneo con estructura porosa” (Deere & Patton, 1971) o una relación de vacíos alta.



**Gráfico 5-12. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de Anfibolita.**

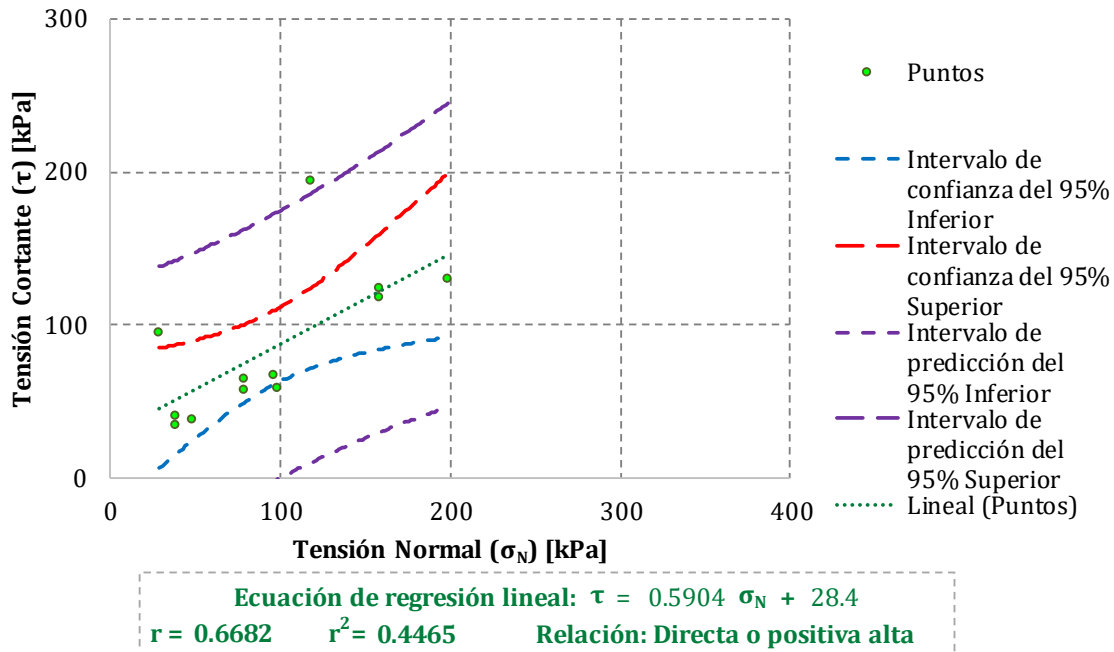
En el Gráfico 5-12, se observan 15 puntos ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ), con un error de precisión del 25% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.971$ ) y aproximadamente el 94% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N), \bar{x}(\tau)$ ) y se expanden más notoriamente solo en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal

(envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 38$  kPa de dicha recta, se estima un parámetro  $\phi' \approx 31^\circ \pm 5^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente.



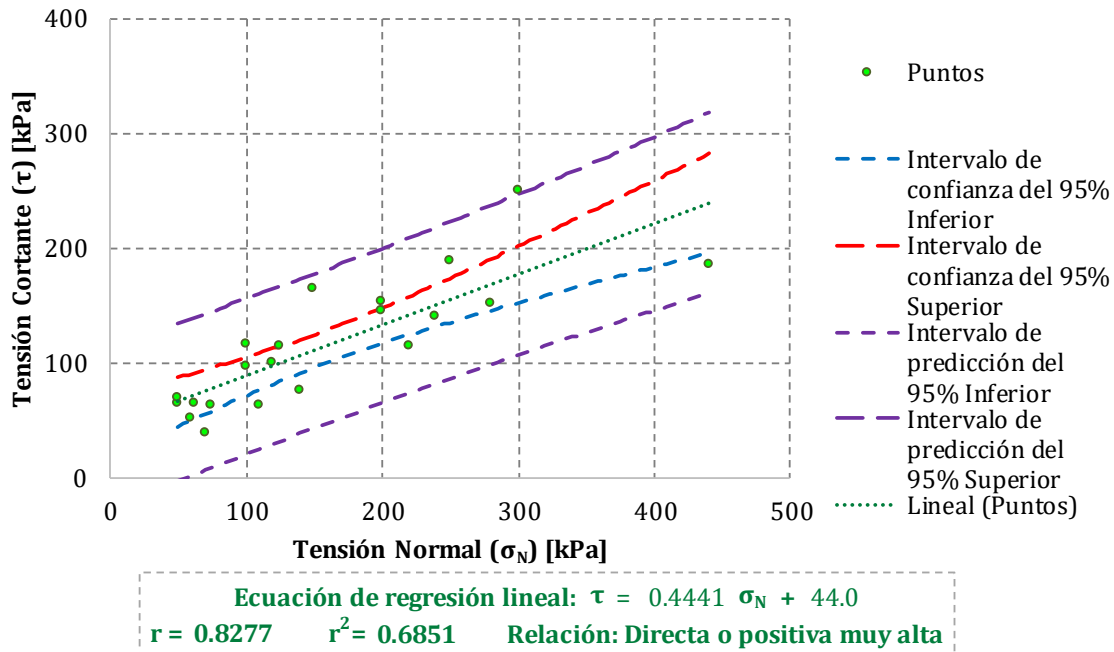
**Gráfico 5-13. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de Dunita**

En el Gráfico 5-13, se observan 22 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 21% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.851$ ) y aproximadamente el 72% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) y se expanden más en los extremos de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 72$  kPa de dicha recta, se estima un parámetro  $\phi' \approx 23^\circ \pm 8^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente.



**Gráfico 5-14. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de Gabro**

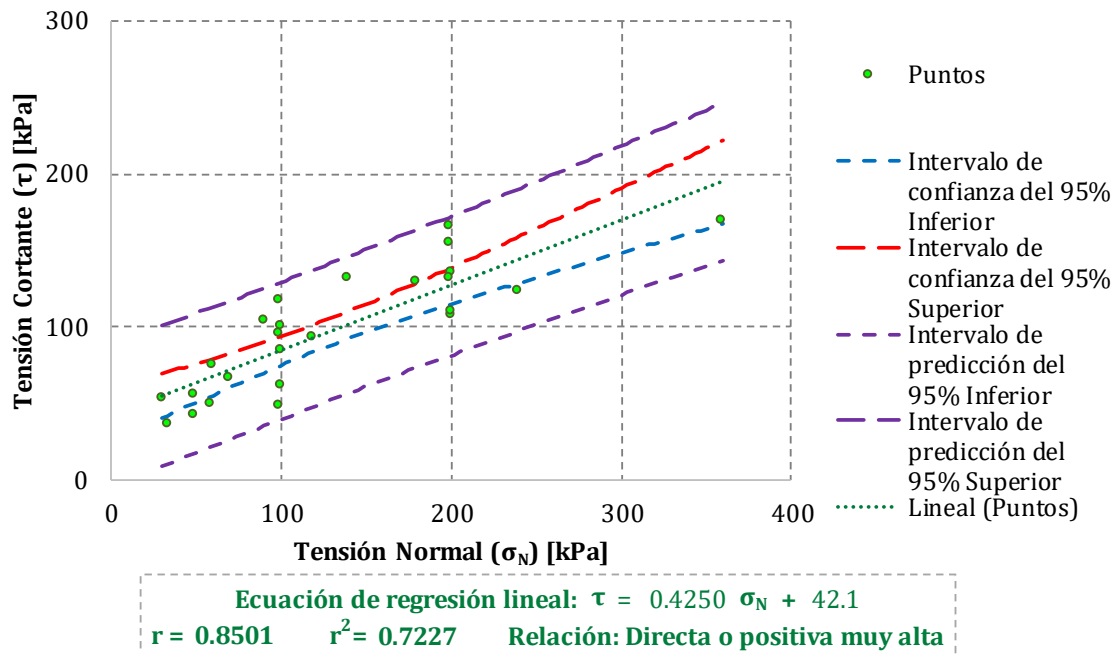
En el Gráfico 5-14, se observan solo 12 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 28% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva alta ( $r \approx 0.668$ ) y aproximadamente el 44% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), este material es el que menos información tiene, por tanto los coeficientes de correlación y determinación son bajos, además los intervalos de confianza se comportan como parábolas abiertas (extremos de la recta el intervalo se vuelve mayor) y se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ), ésto muestra la variabilidad de la información respecto a la respuesta media, en consecuencia los intervalos de predicción no son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal, tienden a notarse más su curvatura, se puede decir que están espaciados en promedio  $\pm 91$  kPa ( $\pm 87$  kPa en su parte mas estrecha), de dicha recta, se estima un parámetro  $\phi' \approx 31^\circ \pm 23^\circ$  teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente, es evidente que la variación de éste parámetro no es tan útil para el diseño. Mientras menor es el tamaño de la muestra mayor es la variabilidad para realizar la estimación de los intervalos, las incertidumbres asociadas a la regresión lineal son mayores.



**Gráfico 5-15. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de Gneis**

En el Gráfico 5-15, se observan 21 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 21% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.828$ ) y aproximadamente el 69% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) y se expanden más en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 70$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 44^\circ \pm 8^\circ$ .



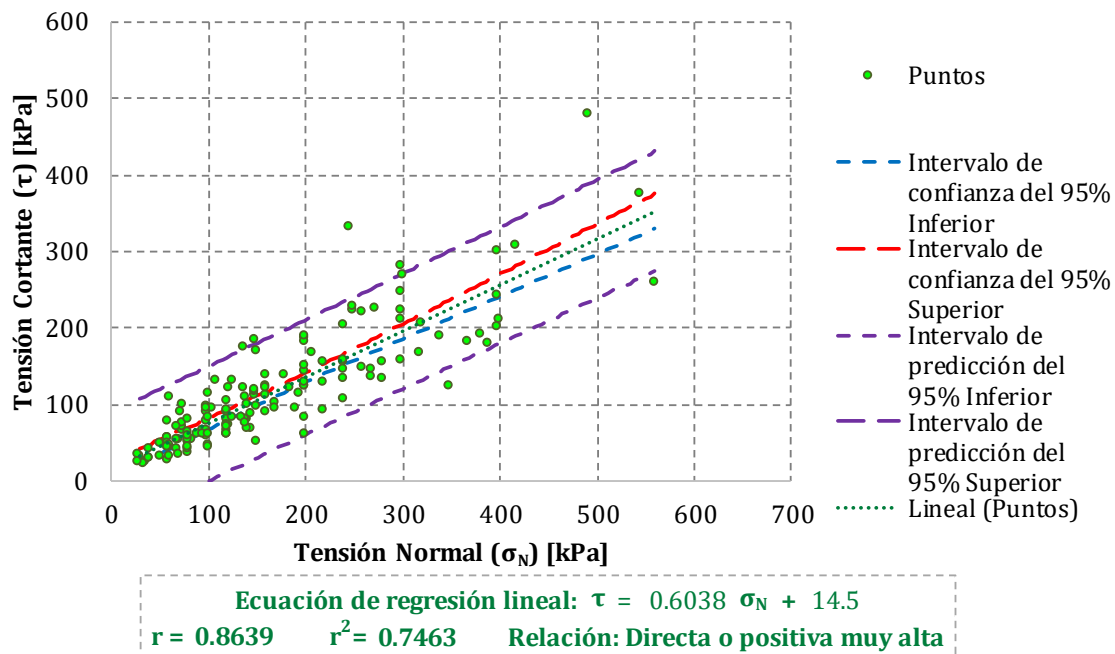


**Gráfico 5-16. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Suelo residual (IB) de Granodiorita**

En el Gráfico 5-16, se observan 25 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 20% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.85$ ) y aproximadamente el 72% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) y se expanden más en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 47$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 23^\circ \pm 6^\circ$ .

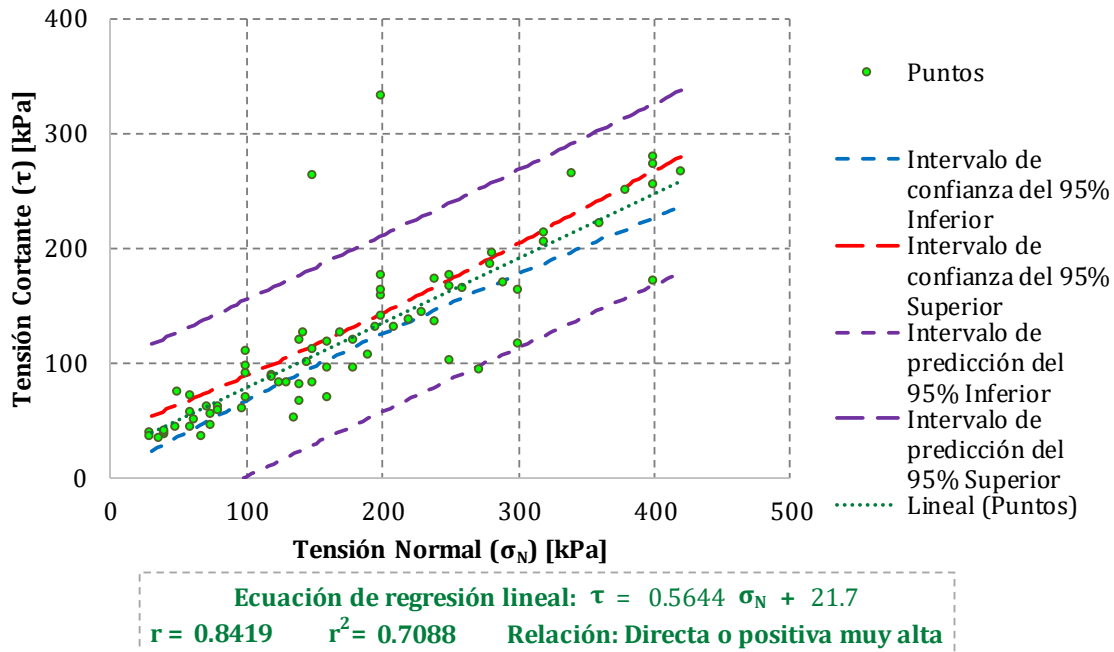
### 5.2.3 Sapolitos según el perfil de meteorización (Deere & Patton, 1971)

“Un saprolito es una roca parcialmente meteorizada, esta contrituido por suelo tamaño limo o arena, con menos de 10% de núcleos de roca y conserva la estructura y textura de la roca parental” (Deere & Patton, 1971).



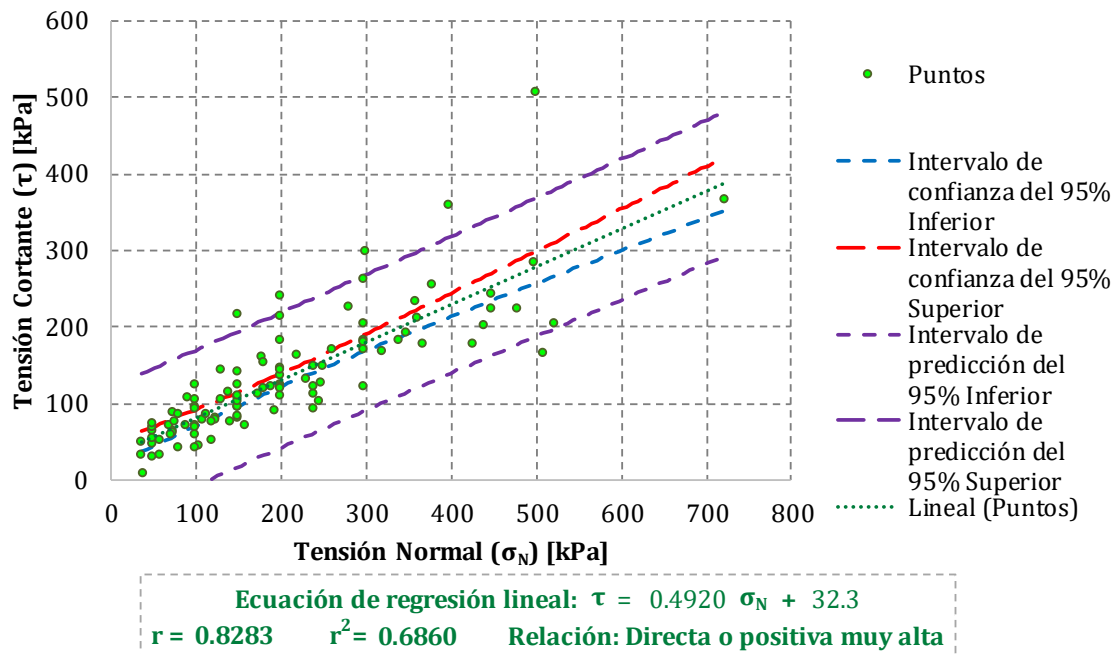
**Gráfico 5-17. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Saprolito (IC) de Anfibolita**

En el Gráfico 5-17, se observan 152 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 8% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.864$ ) y aproximadamente el 75% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los intervalos de confianza se estrechan más donde el valor es más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) en este caso donde hay una mayor densidad de puntos (derecha de la recta) y divergen en el extremo derecho de la recta (menor cantidad de información), los intervalos de predicción son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 76$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 31^\circ \pm 3^\circ$ .



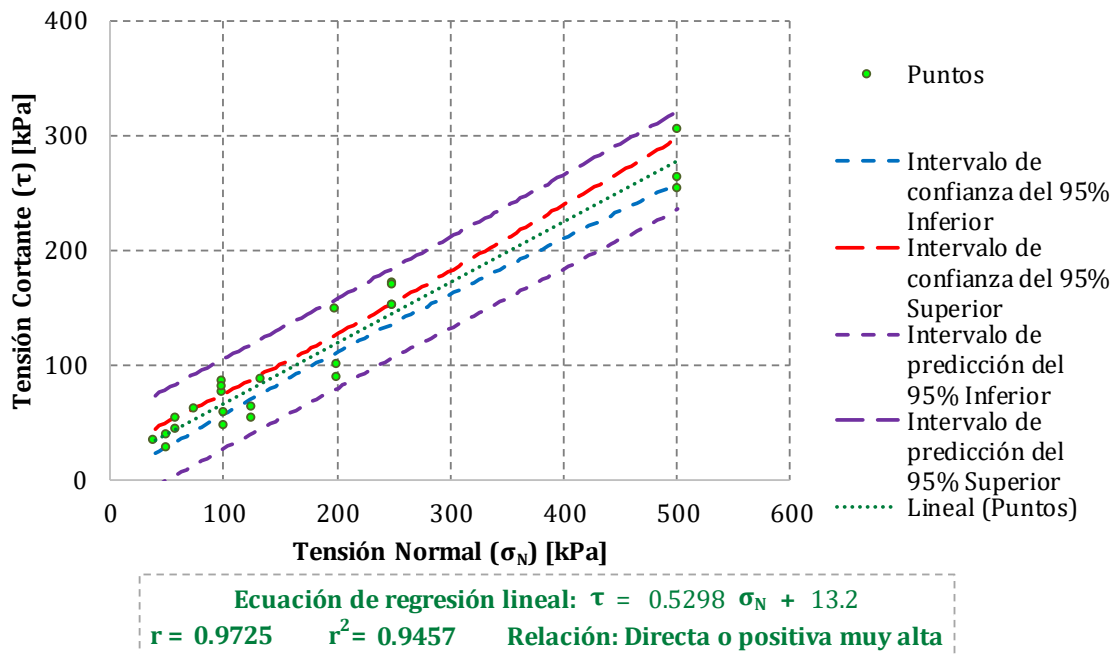
**Gráfico 5-18. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ). Saprolito (IC) de Diorita**

En el Gráfico 5-18, se observan 74 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 11% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.842$ ) y aproximadamente el 71% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. en este caso no son tan abiertos en los extremos de la recta de regresión, porque en este caso los datos están distribuidos por la recta (no hay concentración de puntos), pero estos intervalos estarán más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 78$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 29^\circ \pm 5^\circ$ .



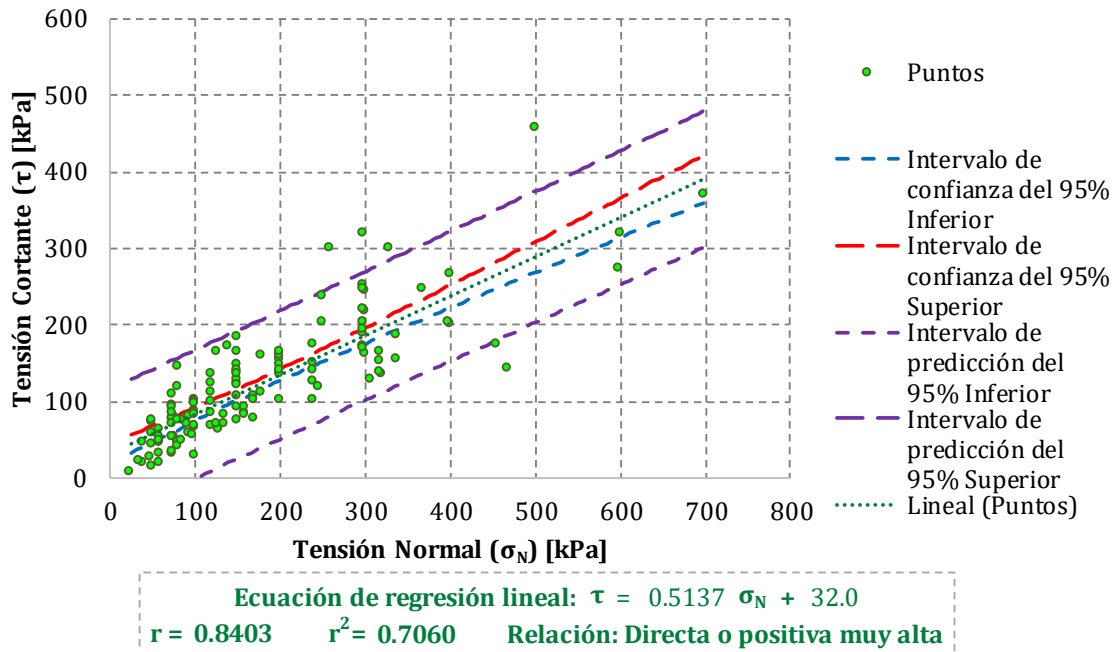
**Gráfico 5-19. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Dunita**

En el Gráfico 5-19, se observan 90 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 10% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.828$ ) y aproximadamente el 69% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. se abren en los extremos de la recta de regresión, más aún en el extremo derecho donde hay menor cantidad de datos y estos se cierran en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados en promedio aproximadamente  $\pm 90$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 26^\circ \pm 4^\circ$ .



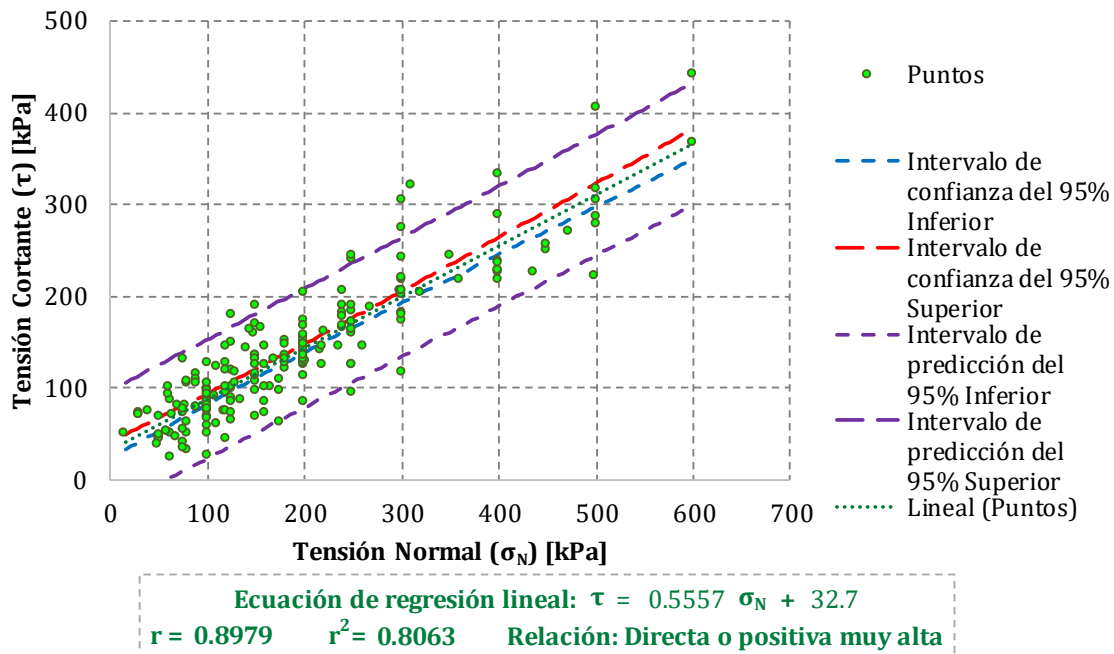
**Gráfico 5-20. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Esquisto**

En el Gráfico 5-20, se observan 24 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 20% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.973$ ) y aproximadamente el 95% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. en este caso no son tan abiertos en los extremos de la recta de regresión, porque en este caso los datos están distribuidos por la recta, pero estos intervalos estarán más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados aproximadamente  $\pm 40$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 28^\circ \pm 3^\circ$ . Aunque en este material no se contó con tanta información como en otros, el diagrama de dispersión muestra que los puntos no están tan dispersos y la recta de regresión lineal se ajusta bien, tiene baja incertidumbre (error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) e incertidumbre de la pendiente ( $\sigma_m$ )), es por eso que los I.P. son tan cerrados comparado con los demás materiales.



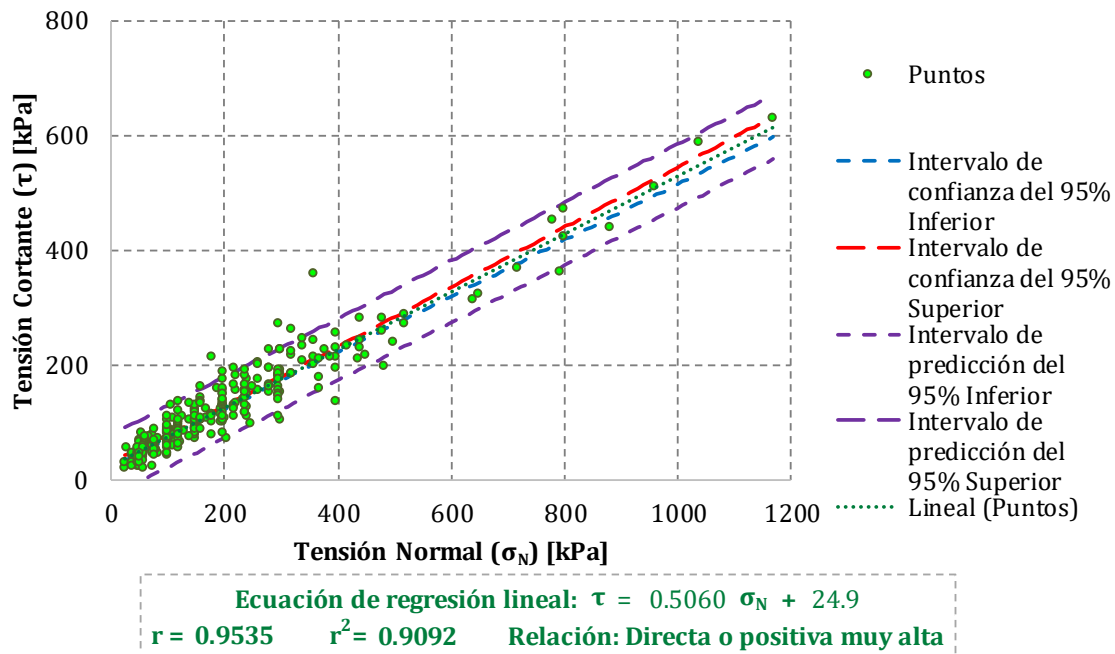
**Gráfico 5-21. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Gabro**

En el Gráfico 5-21, se observan 127 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 9% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.84$ ) y aproximadamente el 71% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. son más abiertos en el extremo derecho de la recta de regresión porque esa respuesta se aleja del valor medio (no hay información suficiente en este extremo de la recta) y estos intervalos son más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados en promedio  $\pm 85$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 27^\circ \pm 3^\circ$ .



**Gráfico 5-22. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Gneis**

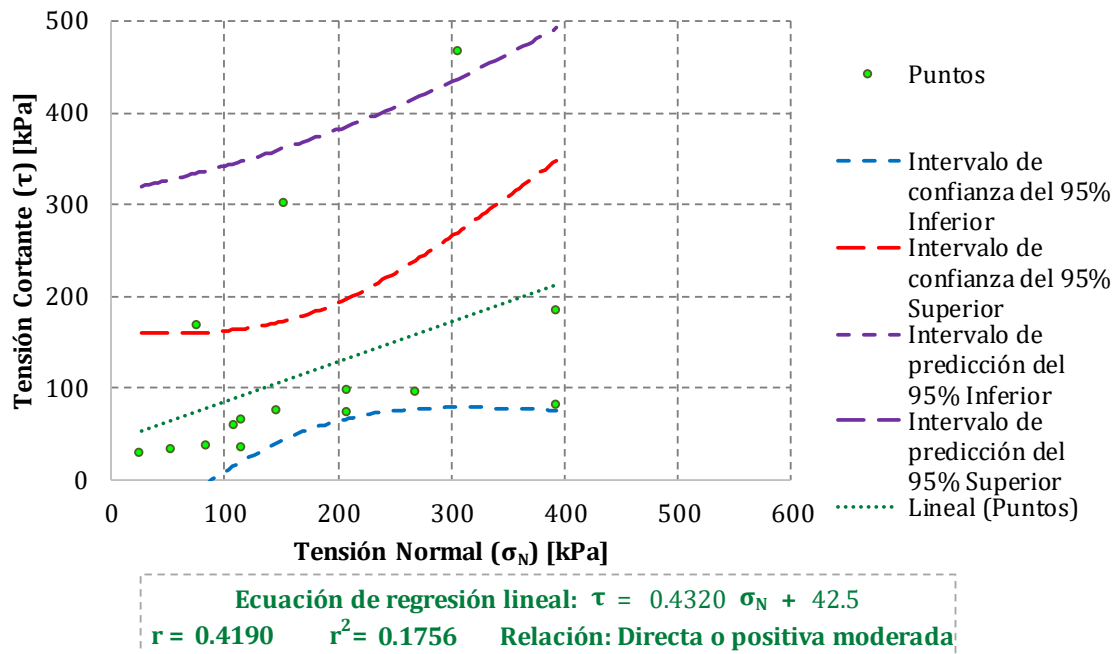
En el Gráfico 5-22, se observan 190 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 7% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.898$ ) y aproximadamente el 81% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. son levemente más abiertos en el extremo derecho de la recta de regresión porque esa respuesta se aleja del valor medio y estos intervalos son más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) (donde hay mayor densidad de puntos), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados en promedio  $\pm 65$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 29^\circ \pm 2^\circ$ .



**Gráfico 5-23. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Granodiorita**

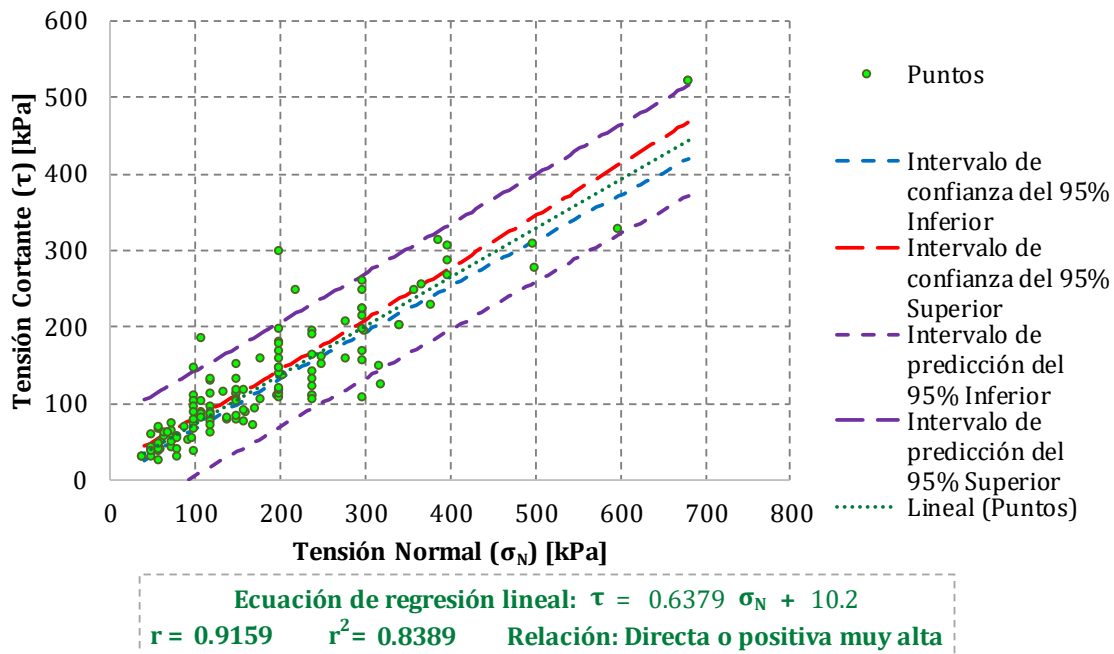
En el Gráfico 5-23, se observan 287 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), éste es el material que tiene mayor información (puntos), con un error de precisión del 6% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.954$ ) y aproximadamente el 91% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. están muy cercanos a la recta de regresión y son más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) (donde hay mayor densidad de puntos), incluso en el extremo derecho estos intervalos son estrechos, este comportamiento se debe al grado de correlación entre las variables y a que la dispersión evidencia una tendencia “lineal”; los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados en promedio  $\pm 54$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 27^\circ \pm 1^\circ$ . Es muy notorio que la incertidumbre de la pendiente ( $\sigma_m$ ) sea tan baja (es la menor de todos los materiales analizados) y para los intervalos I.C. e I.P., se cumple, mientras mayor es el tamaño de la muestra, menor es la variabilidad para hacer la estimación del intervalo, lo que lleva a estimadores más precisos (Spiegel, Teoría y problemas de probabilidad y estadística, 1976).





**Gráfico 5-24. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Sapolito (IC) de Granulita**

En el Gráfico 5-24, se observan 15 puntos ( $\sigma_{N_i}, \tau_i$ ), con un error de precisión del 25% (no es ideal); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o moderada ( $r \approx 0.419$ ) y apenas un 18% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. en este caso son muy abiertos en los extremos de la recta de regresión, debido a que los datos están bastante dispersos, estos intervalos están más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N), \bar{x}(\tau)$ ), los I.P. en este caso no son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla), el intervalo inferior no se observa en el gráfico ya que está en el cuadrante cuatro del plano cartesiano (valores positivos de  $\sigma_N$  y negativos de  $\tau$ ), están espaciados en promedio  $\pm 260$  kPa de dicha recta de regresión, esto refleja la variabilidad de los datos; teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 23^\circ \pm 27^\circ$  (no tiene sentido físico un valor negativo para éste parámetro). En este material no se contó con tanta información como en otros y los datos están muy dispersos, por tanto, la recta de regresión lineal no se ajusta bien, tiene alta incertidumbre (error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) e incertidumbre de la pendiente ( $\sigma_m$ )), es por eso que los I.P. son tan lejanos (abiertos) entre sí. Los parámetros calculados en éste material, NO son confiables.



**Gráfico 5-25. Correlación entre tensión normal ( $\sigma_N$ ) y tensión cortante ( $\tau$ ).  
Saprolito (IC) de Migmatita**

En el Gráfico 5-25, se observan 138 puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), con un error de precisión del 8% (está dentro de los valores ideales); el modelo de regresión lineal simple, evidencia que es una relación directa o positiva muy alta ( $r \approx 0.916$ ) y aproximadamente el 84% de la variación total observada en la variable de dependiente ( $\tau$ ) es explicada en la recta de regresión lineal por la variable independiente ( $\sigma_N$ ), los I.C. son levemente más abiertos en el extremo derecho de la recta de regresión porque esa respuesta se aleja del valor medio y estos intervalos son más estrechos en el valor más próximo al valor medio ( $\bar{x}(\sigma_N)$ ,  $\bar{x}(\tau)$ ) (donde hay mayor densidad de puntos), los I.P. son cuasi paralelos a la recta de regresión lineal (envolvente de falla) y espaciados en promedio  $\pm 70$  kPa de dicha recta, teniendo en cuenta el error respecto a la pendiente se estima un parámetro  $\phi' \approx 33^\circ \pm 3^\circ$ .

A continuación, se presenta la Tabla 5-1 que hace un resumen de los gráficos, donde está el material, la muestra estadística ( $n'$ ) o cantidad de datos – puntos ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ) que tiene en el gráfico de dispersión, el error de precisión de la muestra estadística ( $e_{\text{muestral}}$ , lo ideal es que este valor no sea superior a 9%), el tipo de correlación con los coeficientes de correlación y determinación, la pendiente de la recta de regresión lineal ( $m$ , en radianes y  $\phi'$  en grados), el intercepto de dicha recta ( $C'$ ) con el eje de las ordenadas ( $\tau$ ), el error o incertidumbre respecto a la pendiente ( $\sigma_m$ ) y el error estándar de la regresión ( $\sigma_\epsilon$ ).

**Tabla 5-1. Coeficientes, parámetros y error por material**

MATERIAL	n'	e_muestral	CORRELACIÓN DE PEARSON		r <sup>2</sup>	m	φ'	C'	σ <sub>m</sub>		σ <sub>ε</sub>
	[u]	[%]	TIPO	r	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[1]	[°]	[kPa]
				[1]							
QF IB (OCC)	18	23.1	Directa o positiva muy alta	0.875	0.766	0.592	31	24	0.164	9	26.0
QF IC (OCC)	191	7.1	Directa o positiva muy alta	0.876	0.768	0.507	27	28	0.040	2	31.5
QF IC (Oriental)	265	6.0	Directa o positiva muy alta	0.882	0.778	0.493	26	25	0.032	2	33.2
IB Anfíbolita	15	25.3	Directa o positiva muy alta	0.971	0.943	0.592	31	20	0.081	5	16.5
IB Dunita	22	20.9	Directa o positiva muy alta	0.851	0.724	0.530	28	23	0.146	8	32.6
IB Gabro	12	28.3	Directa o positiva alta	0.668	0.447	0.590	31	28	0.416	23	37.7
IB Gneis	21	21.4	Directa o positiva muy alta	0.828	0.685	0.444	24	44	0.138	8	31.4
IB Granodiorita	25	19.6	Directa o positiva muy alta	0.850	0.723	0.425	23	42	0.110	6	21.2
IC Anfíbolita	152	7.9	Directa o positiva muy alta	0.864	0.746	0.604	31	15	0.057	3	38.2
IC Diorita	74	11.4	Directa o positiva muy alta	0.842	0.709	0.564	29	22	0.085	5	38.9
IC Dunita	103	9.7	Directa o positiva muy alta	0.828	0.686	0.492	26	32	0.066	4	44.9
IC Esquistos	24	20.0	Directa o positiva muy alta	0.972	0.946	0.530	28	13	0.054	3	18.4
IC Gabro	127	8.7	Directa o positiva muy alta	0.840	0.706	0.514	27	32	0.059	3	42.6
IC Gneis	190	7.1	Directa o positiva muy alta	0.898	0.806	0.556	29	33	0.040	2	33.0
IC Granodiorita	287	5.8	Directa o positiva muy alta	0.954	0.909	0.506	27	25	0.019	1	27.2
IC Granulita	15	25.3	Directa o positiva moderada	0.419	0.176	0.432	23	42	0.519	27	113.3
IC Migmatita	138	8.3	Directa o positiva muy alta	0.916	0.839	0.638	33	10	0.048	3	34.8

De acuerdo a la ecuación [ 8-3] del apéndice H, se puede observar que el error muestral es inversamente proporcional al tamaño de la muestra estadística y en nuestro caso solo depende de esta variable independiente (n'), este error se calcula de esta forma cuando se desconoce la totalidad de población (N\*) y nos permite establecer para un nivel de confianza del 95% que tan representativa es la información obtenida en el muestreo; es por esto, que si se quiere obtener un error de precisión menor o igual al 9% (0.09), entonces  $n' \geq 118$  puntos, esta condición no la cumple ningún suelo residual (IB) y solo 7 materiales de los 17 la cumplen (QF IC(OCC), QF IC (Oriental), IC Anfíbolita, IC Gabro, IC Gneis, IC Granodiorita y IC Migmatita).

Debido a la información obtenida en la Tabla 5-1, se desconfía completamente de los resultados de los materiales IB Gabro y IC Granulita, se sugiere que si se requiere trabajar con dichos materiales, se obtenga más información (n').

Es importante indicar que una muestra estadística menor a 30 dados es considerada pequeña (Spiegel, Teoría y problemas de probabilidad y estadística, 1976, pág. 195).

A continuación, en la Tabla 5-2, se presentan los datos estadísticos o continuación en la horizontal de la Tabla 5-1, donde tenemos el material, el nivel de confianza (N.C.) que se empleará para determinar los intervalos de confianza y predicción, la incertidumbre asociada ( $\alpha$ ) al nivel de confianza, el valor t de la distribución Student para la muestra estadística, los grados de libertad ( $gl$ ), la media o promedio ( $\bar{x}$ (variable)) y la desviación estándar ( $S$ (variable)) de las variables ( $\sigma_N$ ) y ( $\tau$ ), por último se presenta la ecuación de la recta de regresión con sus intervalos de predicción aproximados. Es importante notar que los intervalos de predicción son parábolas (ver numeral 3.2.6 ecuación [ 3-32]), debido a que la variación de apertura entre estos es poca se pueden aproximar a rectas (cuasi-rectas), el valor que se aleja de la recta de regresión tanto positivo como negativo es un promedio entre los valores de la parábola a la recta de regresión y está entre 2 y 2.4 veces el error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ).

**Tabla 5-2. Estadísticas de la Tabla 5-1**

MATERIAL	N.C.	$\alpha$	t	gl	$\bar{x}(\sigma_{Ni})$	$\bar{x}(\tau_i)$	$S(\sigma_{Ni})$	$S(\tau_i)$	ECUACIÓN DE INTERVALOS DE PREDICCIÓN
	[%]	[1]	[1]	[u]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	
QF IB (OCC)	95	0.05	2.120	16	111	89	77	52	$\tau = 0.5923 \sigma_N + 24 \pm (\approx 59)$
QF IC (OCC)	95	0.05	1.960	189	148	102	113	65	$\tau = 0.5066 \sigma_N + 28 \pm (\approx 63)$
QF IC (Oriental)	95	0.05	1.960	263	171	110	126	70	$\tau = 0.4932 \sigma_N + 25 \pm (\approx 66)$
IB Anfíbolita	95	0.05	2.160	13	143	105	109	67	$\tau = 0.5917 \sigma_N + 20 \pm (\approx 38)$
IB Dunita	95	0.05	2.086	20	187	122	97	61	$\tau = 0.5296 \sigma_N + 23 \pm (\approx 72)$
IB Gabro	95	0.05	2.228	10	96	85	55	48	$\tau = 0.5904 \sigma_N + 28 \pm (\approx 91)$
IB Gneis	95	0.05	2.093	19	159	115	102	55	$\tau = 0.4441 \sigma_N + 44 \pm (\approx 70)$
IB Granodiorita	95	0.05	2.069	23	131	98	79	39	$\tau = 0.4250 \sigma_N + 42 \pm (\approx 47)$
IC Anfíbolita	95	0.05	1.960	150	165	114	108	76	$\tau = 0.6038 \sigma_N + 15 \pm (\approx 76)$
IC Diorita	95	0.05	1.960	72	180	123	107	72	$\tau = 0.5644 \sigma_N + 22 \pm (\approx 78)$
IC Dunita	95	0.05	1.960	101	202	132	134	80	$\tau = 0.4920 \sigma_N + 32 \pm (\approx 90)$
IC Esquisto	95	0.05	2.074	22	180	109	142	77	$\tau = 0.5298 \sigma_N + 13 \pm (\approx 40)$
IC Gabro	95	0.05	1.960	125	180	124	128	78	$\tau = 0.5137 \sigma_N + 32 \pm (\approx 85)$
IC Gneis	95	0.05	1.960	188	190	138	121	75	$\tau = 0.5557 \sigma_N + 33 \pm (\approx 65)$
IC Granodiorita	95	0.05	1.960	285	206	129	170	90	$\tau = 0.5060 \sigma_N + 25 \pm (\approx 54)$
IC Granulita	95	0.05	2.160	13	177	119	117	120	$\tau = 0.4320 \sigma_N + 42 \pm (\approx 260)$
IC Migmatita	95	0.05	1.960	136	180	125	124	86	$\tau = 0.6379 \sigma_N + 10 \pm (\approx 70)$

### 5.3 Análisis de la correlación entre $N_{45}$ del SPT y $\phi'$ del ensayo de corte directo consolidado drenado

Como se explicó en el numeral 3.1.1, a los golpes del ensayo de penetración estándar se les deben realizar unas correcciones debidas a la longitud de la varilla, revestimiento

interno, diámetro de perforación y energía del matillo, además, se realiza una corrección por confinamiento, la cual en nuestro caso se utilizó la ecuación [ 3-16] de Seed & Idriss (Marcuson), se aclara que la energía utilizada para Colombia es del 45%, por tanto el número de golpes corregido es  $N_{45}$ .

En la Tabla 8-7 del apéndice C se muestra la corrección del número de golpes ( $N_{45}$ ) realizada para los ensayos de penetración estándar que se pudo tener información, además se muestra el número de golpes de dicho ensayo arriba ( $N_{SPT \uparrow}$ ) y abajo ( $N_{SPT \downarrow}$ ) y el promedio entre estos dos valores ( $N_{SPT \frac{1}{2}}$ ) que es el valor escogido para realizarle las correcciones. Se resalta que los valores del número de golpes arriba y debajo de la profundidad de la muestra (a la que se le realiza el ensayo de corte directo CD), no superan los 2 m y en la Tabla 8-8 del mismo apéndice, se muestra la relación para ángulo de fricción efectivo ( $\phi'$ ) del ensayo de corte directo CD que se relaciona con el número de golpes ( $N_{45}$ ).

**Tabla 5-3. Parámetros de regresión de la dispersión  $\phi'$  vs  $N_{45}$**

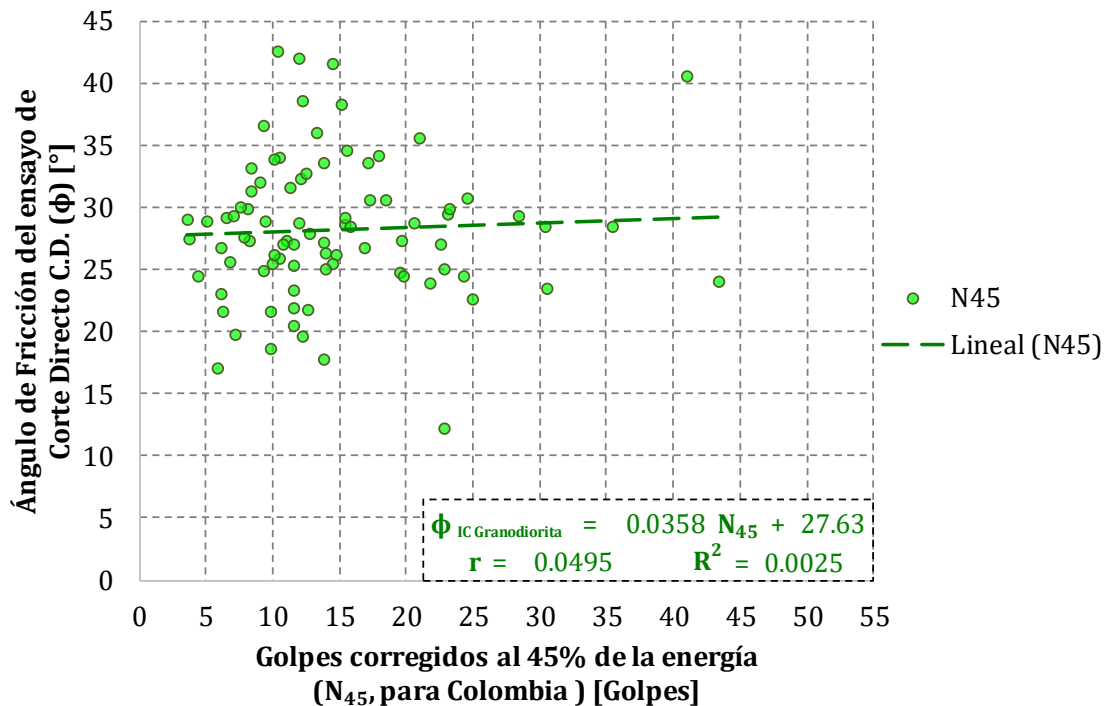
MATERIAL	PUNTOS	$e_{\text{muestral}}$	Correlación de Pearson (r)		$R^2$	$\beta_0$	$\beta_1$	$\sigma_\epsilon$
	[u]	[%]	Tipo	[1]	[1]	[°/Golpes]	[°]	[°]
QF IB (OCC)	6	40%	Inversa o negativa Muy baja	-0.145	0.021	-0.1173	28.1	8.6
QF IC (OCC)	65	12%	Directa o positiva Muy baja	0.135	0.018	0.1420	25.3	10.7
QF IC (Oriental)	73	11%	Directa o positiva Muy baja	0.135	0.018	0.0910	25.0	8.0
IB Anfíbolita	3	57%	Directa o positiva Muy alta	0.939	0.882	0.0316	27.1	0.3
IB Dunita	6	40%	Directa o positiva Muy baja	0.171	0.029	0.2497	20.6	7.5
IB Gneis	7	37%	Directa o positiva Alta	0.702	0.493	0.3953	23.0	4.6
IB Granodiorita	6	40%	Directa o positiva Muy baja	0.078	0.006	0.1070	27.7	11.4
IC Anfíbolita	44	15%	Directa o positiva Muy baja	0.187	0.035	0.1540	27.2	7.9
IC Diorita	16	25%	Directa o positiva Baja	0.387	0.150	0.2520	23.5	9.6
IC Dunita	29	18%	Inversa o negativa Muy baja	-0.033	0.001	-0.0323	26.8	8.3
IC Gabro	27	19%	Inversa o negativa Muy baja	-0.112	0.012	-0.0537	29.5	9.5
IC Gneis	53	13%	Directa o positiva Baja	0.279	0.078	0.3036	24.9	8.8
IC Granodiorita	85	11%	Directa o positiva Muy baja	0.050	0.002	0.0358	27.6	5.7
IC Migmatita	36	16%	Inversa o negativa Muy baja	-0.182	0.033	-0.1525	32.2	9.2

La Tabla 5-3 muestra el resumen de los resultados de los gráficos de dispersión, los cuales se pueden ver en el APÉNDICE C. CORRELACIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN VS GOLPES CORREGIDOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT). El suelo residual de gabro y el saprolito de granulita, solo tuvieron un punto, por tanto, no se presenta la gráfica ni el análisis, tampoco para el saprolito de esquisto, ya que tiene solo 2 puntos.

La Tabla 5-3 evidencia que en ningún caso el error muestral ( $e_{\text{muestral}}$ ) es menor del 9%, lo que significa que hay gran incertidumbre en la información estadística, es decir, se requieren más datos para éste análisis; además, cuatro materiales (QF IB (OCC), IC Dunita, IC Gabro y IC Migmatita) tienen una relación inversa, la cual físicamente no

representa lo que se quiere correlacionar, la mayoría de los materiales que tienen relación directa, es baja o muy baja y esto muestra que NO existe una correlación entre las variables  $N_{45}$  y  $\phi'$ , solo el material IB Anfibolita tiene una correlación directa muy alta y el IB Gneis su correlación es directa alta, pero estos dos materiales tienen errores de precisión del 57% y el 37% respectivamente, lo que evidencia la falta de información para realizar alguna estimación confiable.

Para ejemplificar la situación se presenta el Gráfico 5-26, que es el material (IC Granodiorita) que más información tiene (85 puntos) con un error de precisión del 11%, en éste se puede observar que tan dispersos están los puntos, la recta de regresión para este caso explicaría solo el 0.2% de la variación de  $\phi$  con respecto a  $N_{45}$ , i.e., NO hay correlación para estas dos variables.

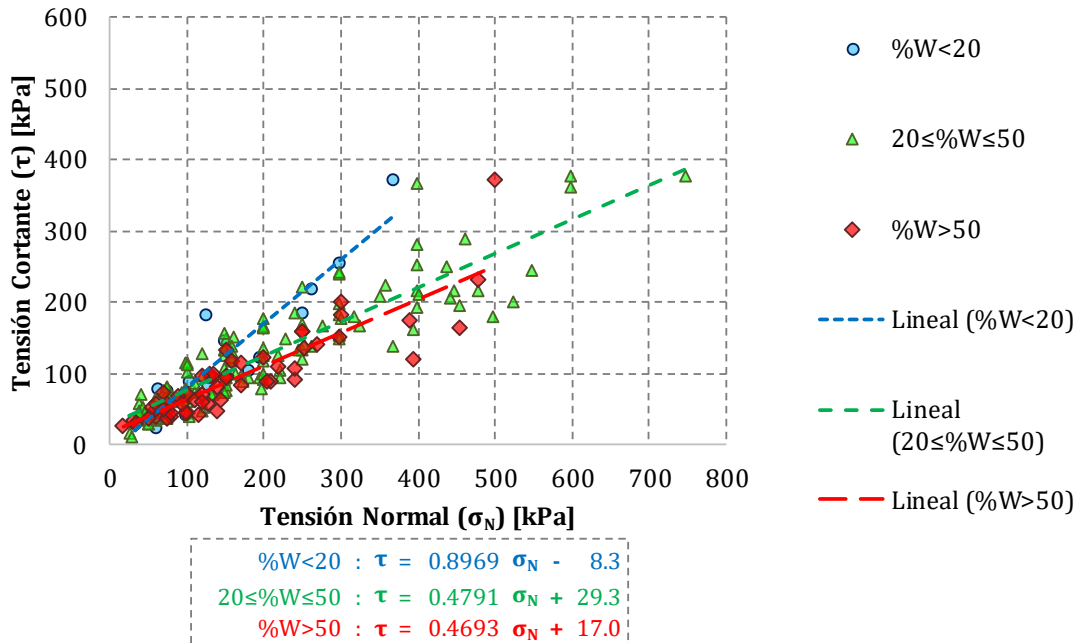


**Gráfico 5-26. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Granodiorita**

## 5.4 Análisis de la correlación entre %W y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ , $\tau_i$ )

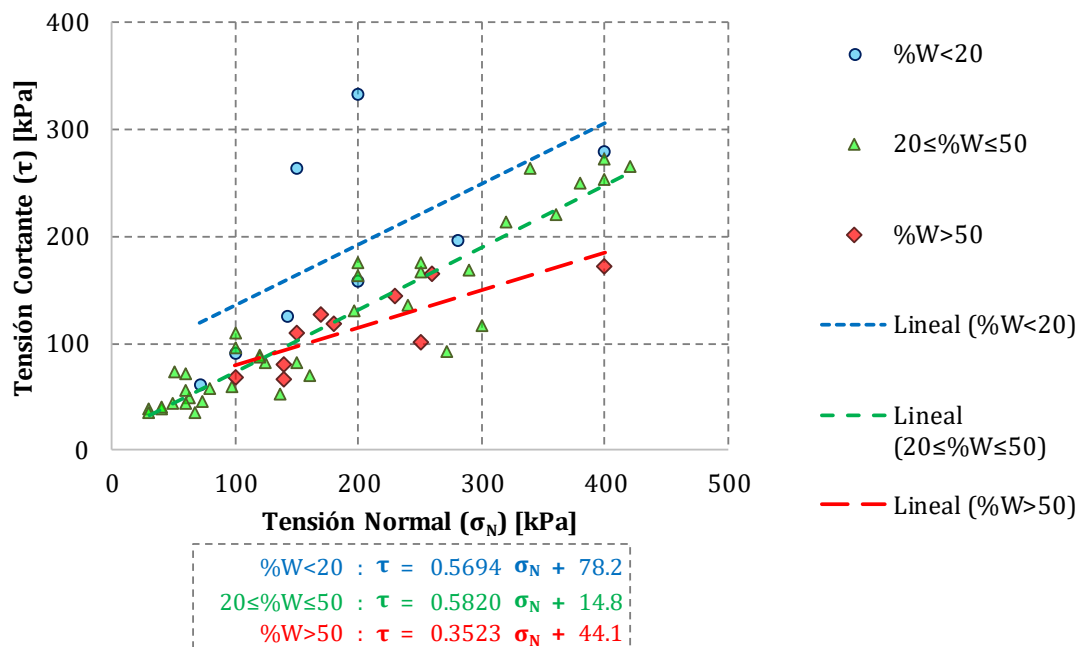
Debido a que hay 17 tipos de materiales o suelos, además cada tipo de suelo cuenta con su clasificación U.S.C.S. que muestra una tendencia a limo, aunque también existen arcillas, arenas y gravas; entonces, no se puede establecer rangos precisos para determinar que tan húmedo o seco es cada material, por tanto, se optó por dividir las humedades en tres rangos, menor al 20%, entre 20% y 50%, y mayor al 50%, los gráficos de las dispersiones con los rangos de humedad están en el apéndice D.

A continuación, se presentan 3 gráficos de materiales que muestran un comportamiento esperado:



**Gráfico 5-27. Correlación entre %W y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Oriental del Valle de Aburrá.**

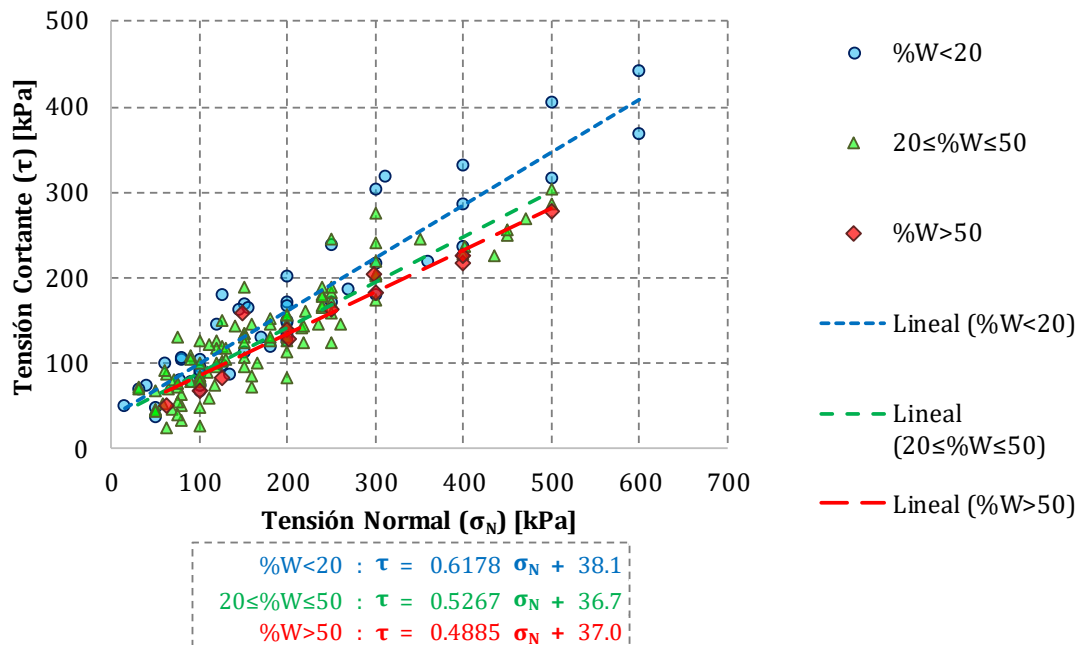
El Gráfico 5-27 evidencia que para una misma tensión normal ( $\sigma_N$ ), la tensión cortante ( $\tau$ ) es mayor para humedades (%W) más bajas y decrece para humedades más altas; es importante mencionar que solo en caso del rango central (datos en verde) cuenta con más de 118 puntos, lo que asegura un  $e_{\text{muestreo}} < 9\%$ , los otros dos rangos necesitan más información (puntos) para confiar en los resultados de la respuesta. Por tanto, no se puede concluir nada respecto a %W con este material ya que dos rangos no tienen suficiente información.



**Gráfico 5-28. Correlación entre %W y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito (IC) de Diorita.**

El Gráfico 5-28 evidencia lo mismo que el QF IC (Oriental), tienen un %W<20% (en azul) que tienden a estar encima de los demás puntos, los puntos 20%≤%W≤50% (en verde) tienden ser más centrales y los puntos con W>50% (en rojo) la tendencia es a estar más abajo, es importante mencionar que en ninguno de los casos se cuenta con más de 118 puntos que asegura un  $e_{\text{muestreo}} < 9\%$ , por tanto, a falta de información para hacer más confiables los resultados, no se puede concluir nada respecto a %W con este material.





**Gráfico 5-29. Correlación entre %W y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito (IC) de Gneis.**

El Gráfico 5-29 evidencia que lo mismo que el QF IC (Oriental) y el IC Diorita, tienen un %W < 20% (en azul) que tienden a estar encima de los demás puntos, los puntos 20% ≤ %W ≤ 50% (en verde) tienden ser más centrales y los puntos con W > 50% (en rojo) la tendencia es a estar más abajo, es importante señalar que en ninguno de los casos se cuenta con más de 118 puntos que asegura un  $e_{\text{muestreo}} < 9\%$ , por tanto, a falta de información para hacer más confiables los resultados, no se puede concluir nada respecto a %W con este material.

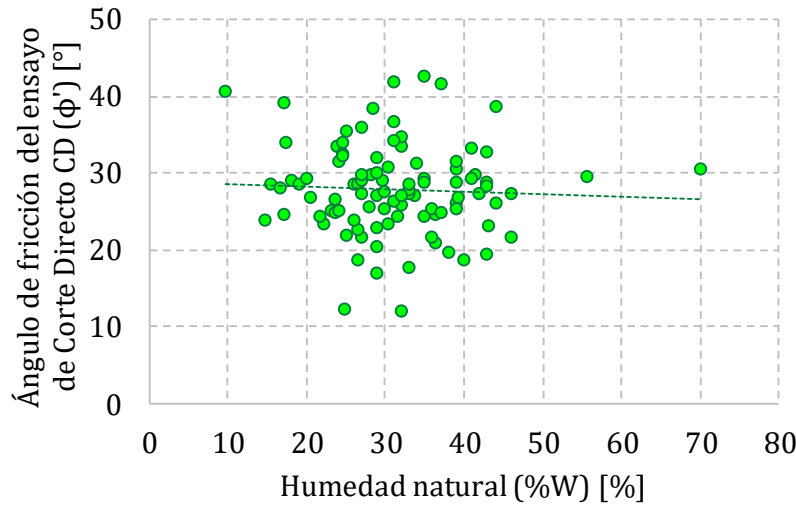
En la Tabla 5-4 se presenta un resumen de los tres anteriores gráficos y los del apéndice D, en esta se encuentra, la cantidad de puntos, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $R^2$ ), la pendiente ( $m$  y  $\phi'$ ) y el intercepto con el eje de las ordenadas ( $C'$ ), estos son los parámetros de la regresión para cada uno de los rangos.

**Tabla 5-4. Resumen de parámetros de la regresión de la correlación entre %W y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{N_i}, \tau_i$ ) para tres rangos de humedad**

MATERIAL	%W<20						20≤%W≤50						%W>50					
	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'
	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]
QF IB (OCC)							15	0.890	0.792	0.597	31	15						
QF IC (OCC)	3	0.981	0.961	0.489	26	20	133	0.877	0.769	0.488	26	29	14	0.756	0.572	0.388	21	21
QF IC (Oriental)	19	0.934	0.872	0.897	42	-8	134	0.904	0.817	0.479	26	29	56	0.884	0.782	0.469	25	17
IB Anfíbolita	3	0.956	0.914	0.948	43	2	6	0.986	0.972	0.598	31	24	3	0.998	0.996	0.632	32	-1
IB Dunita							3	0.921	0.849	0.408	22	36	13	0.601	0.361	0.313	17	51
IB Gabro							7	0.973	0.948	0.640	33	7						
IB Gneis	3	0.972	0.945	0.791	38	21	12	0.876	0.767	0.451	24	40	3	0.997	0.995	0.650	33	28
IB Granodiorita	3	0.997	0.994	0.239	13	84	13	0.802	0.644	0.452	24	39						
IC Anfíbolita	12	0.829	0.688	0.415	23	65	91	0.858	0.736	0.629	32	12	23	0.844	0.713	0.562	29	15
IC Diorita	8	0.624	0.389	0.569	30	78	38	0.936	0.876	0.582	30	15	10	0.818	0.669	0.352	19	44
IC Dunita	12	0.964	0.929	0.448	24	37	33	0.803	0.645	0.553	29	26	31	0.935	0.873	0.470	25	29
IC Esquisto	3	1.000	1.000	0.732	36	2	6	0.973	0.946	0.488	26	19	10	0.983	0.967	0.584	30	-6
IC Gabro	8	0.812	0.659	0.644	33	33	109	0.820	0.672	0.516	27	30						
IC Gneis	51	0.933	0.871	0.618	32	38	101	0.907	0.823	0.527	28	37	12	0.959	0.920	0.489	26	37
IC Granodiorita	28	0.972	0.945	0.518	27	28	212	0.937	0.879	0.492	26	27	7	0.992	0.985	0.593	31	40
IC Granulita	3	0.992	0.985	1.261	52	86	6	0.873	0.762	0.145	8	29						
IC Migmatita	12	0.975	0.950	0.708	35	10	73	0.904	0.816	0.592	31	18	15	0.746	0.556	0.577	30	28

Se concluye que, aunque en los gráficos se observa una tendencia a tener los puntos de los suelos con %W<20% por encima, los 20%≤%W≤50% en la parte central y los %W>50% en la parte de debajo, en los gráficos de dispersión, falta información suficiente en los rangos de cada material que permita tener un error de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ ) más bajo que el 9% y tener resultados más confiables.

En el Gráfico 5-30, se realiza la dispersión entre el ángulo de fricción ( $\phi'$ ) del ensayo de corte directo consolidado drenado y la humedad natural (%W) para el material IC Granodiorita que obtuvo la mayor cantidad de datos (puntos) entre los materiales analizados. Se subraya que la cantidad de datos es menor a 118 ( $e_{\text{muestreo}}$  mínimo), entonces el  $e_{\text{muestreo}} \approx 9.9\%$ , el modelo de regresión lineal simple, muestra que el coeficiente de correlación es  $r \approx -0.053$ , lo que significa que la correlación es inversa o negativa muy baja y aproximadamente el 0.3% de la variación total observada en la variable  $\phi'$  es explicada en la recta de regresión por la variable %W, i.e., NO hay correlación entre estas variables.



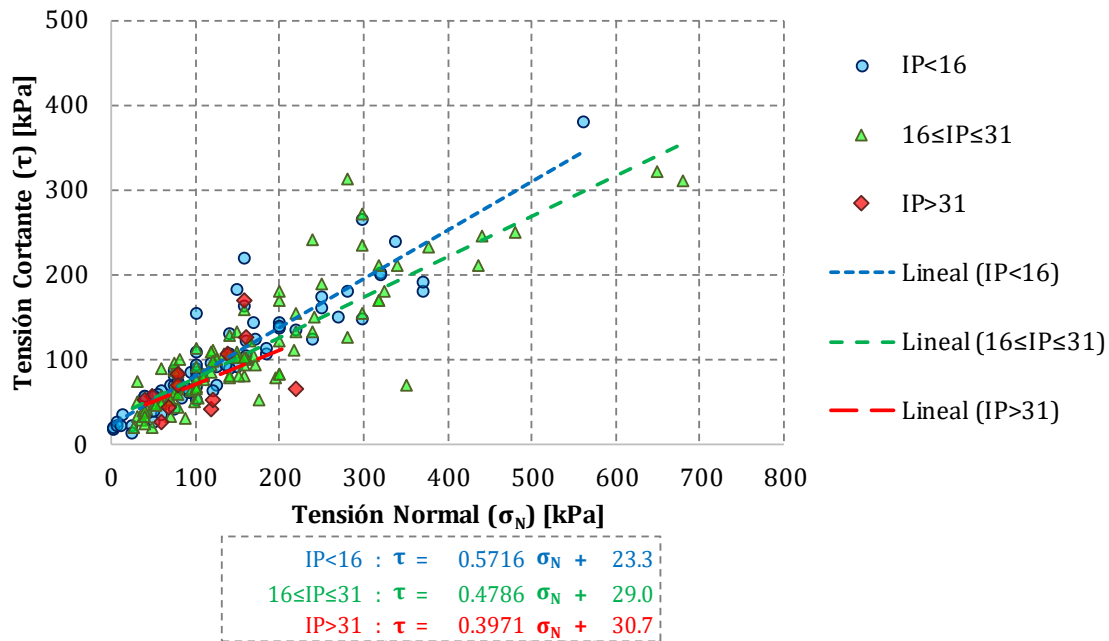
n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ	C'	σ <sub>m</sub>		σ <sub>ε</sub>
[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[1]	[°]	[kPa]
98	-0.0527	0.0028	-0.0336	-2	29	0.1299	7	5.8

**Gráfico 5-30. Dispersión  $\phi$  vs %W. Saprolito (IC) de Granodiorita.**

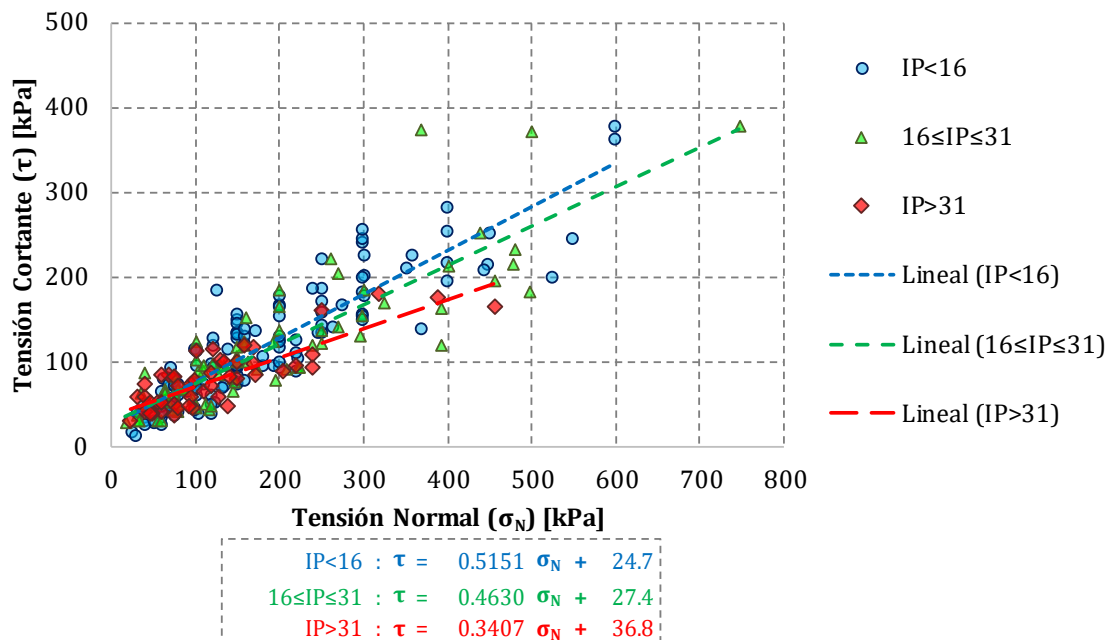
## 5.5 Análisis de la correlación entre IP y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ , $\tau_i$ )

El índice de plasticidad es influenciado por el contenido de finos del material y debido a que todos los materiales tienen un alto contenido de limos, los rangos de IP varían en la literatura según su autor, realizando un promedio entre (Bowles J. E., 1997) y (Murthy, 2002), tenemos que los 3 rangos de valores apropiados para trabajar son  $IP < 16\%$  (bajo),  $16\% \leq IP \leq 31\%$  (medio) e  $IP > 31\%$  (alto).

Los gráficos se encuentran en el apéndice E, a continuación, solo se presentan 2 gráficos que muestan un comportamiento esperado.



**Gráfico 5-31. Correlación entre IP y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**



**Gráfico 5-32. Correlación entre IP y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Oriental del Valle de Aburrá.**

En el Gráfico 5-31 y Gráfico 5-32, se evidencia que hay una tendencia a incrementar la pendiente cuando el IP es más bajo, para similares  $\sigma_N$  los puntos con mayor IP presentan un  $\tau$  menor que los puntos con menor IP (IP mayores se encuentra más abajo que IP menores), se resalta que la cantidad de datos de estos materiales para los diferentes rangos conduce a tener errores muestrales mayor que el 9%. Sin embargo, aunque no se tienen datos suficientes, la tendencia es razonable según (Kulhawy & Mayne, 1990, págs. 4-22, Figure 4-21)

Se concluye en general que los puntos ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ) con menor IP tienden a estar por encima de los puntos con IP mayor, para mejores resultados estadísticos se requiere más información para disminuir el error de precisión.

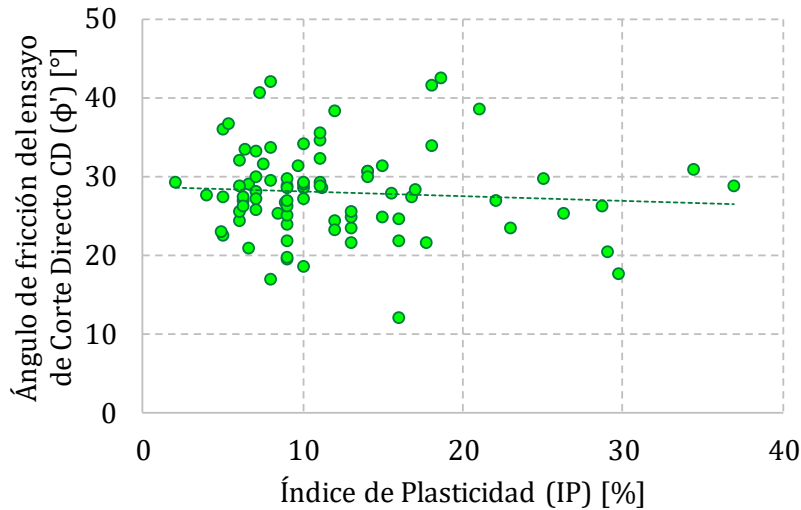
En la siguiente tabla se presenta un resumen de los dos anteriores gráficos y los del apéndice E; en esta se encuentra, la cantidad de puntos, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $R^2$ ), la pendiente ( $m$  y  $\phi'$ ) y el intercepto con el eje de las ordenadas ( $C'$ ), estos son los parámetros de la regresión para cada uno de los rangos.

**Tabla 5-5. Resumen de parámetros de la regresión de la correlación entre IP y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ) para tres rangos índice de plasticidad**

MATERIAL	IP<16						16≤IP≤31						IP>31					
	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ'	C'
	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]
QF IB (OCC)	12	0.787	0.620	0.557	29	23	6	0.891	0.795	0.545	29	39						
QF IC (OCC)	74	0.913	0.833	0.572	30	23	102	0.872	0.761	0.479	26	29	12	0.523	0.273	0.397	22	31
QF IC (Oriental)	134	0.899	0.808	0.515	27	25	76	0.871	0.758	0.463	25	27	48	0.842	0.709	0.341	19	37
IB Anfibolita	6	0.896	0.803	0.674	34	17	3	0.999	0.997	0.534	28	31	6	0.975	0.951	0.651	33	9
IB Dunita	4	0.912	0.831	0.766	37	-45	12	0.763	0.582	0.447	24	47	6	0.789	0.623	0.262	15	38
IB Gabro							10	0.977	0.955	0.650	33	8	2	1.000	1.000	1.105	48	62
IB Gneis							15	0.808	0.652	0.432	23	42	6	0.990	0.980	0.592	31	36
IB Granodiorita	12	0.879	0.773	0.407	22	43	13	0.802	0.644	0.452	24	39						
IC Anfibolita	87	0.870	0.756	0.659	33	11	45	0.891	0.795	0.481	26	21	11	0.934	0.872	0.593	31	14
IC Diorita	48	0.950	0.903	0.583	30	14	15	0.873	0.763	0.558	29	14	6	0.625	0.391	0.275	15	58
IC Dunita	44	0.822	0.675	0.554	29	32	46	0.842	0.709	0.382	21	46	13	0.983	0.966	0.493	26	12
IC Esquistos	14	0.969	0.939	0.495	26	23	7	0.990	0.981	0.531	28	-1						
IC Gabro	88	0.802	0.644	0.508	27	39	26	0.888	0.788	0.624	32	-1	6	0.967	0.935	0.793	38	-3
IC Gneis	148	0.909	0.826	0.578	30	30	29	0.875	0.765	0.526	28	45	3	0.999	0.998	0.606	31	11
IC Granodiorita	203	0.959	0.920	0.510	27	24	51	0.899	0.807	0.459	25	28	6	0.966	0.933	0.654	33	11
IC Granulita	6	0.381	0.145	0.467	25	116	6	0.739	0.546	0.162	9	32	3	0.980	0.960	0.385	21	15
IC Migmatita	103	0.914	0.835	0.657	33	11	35	0.952	0.907	0.562	29	11						

En el Gráfico 5-33, se realiza la dispersión entre el ángulo de fricción ( $\phi'$ ) del ensayo de corte directo consolidado drenado y el índice plástico del material (IP) para el material IC Granodiorita que obtuvo la mayor cantidad de datos (puntos) entre los materiales analizados. La cantidad de datos es menor a 118 ( $e_{\text{muestreo}}$  mínimo), por esto el  $e_{\text{muestreo}} \approx 10.6\%$ , el modelo de regresión lineal simple, muestra que el coeficiente de correlación es  $r \approx -0.074$ , lo que significa que la correlación es inversa o negativa muy baja y aproximadamente el 0.6% de la variación total observada en la

variable  $\phi'$  es explicada en la recta de regresión por la variable  $IP$ , i.e., NO hay correlación entre estas variables.



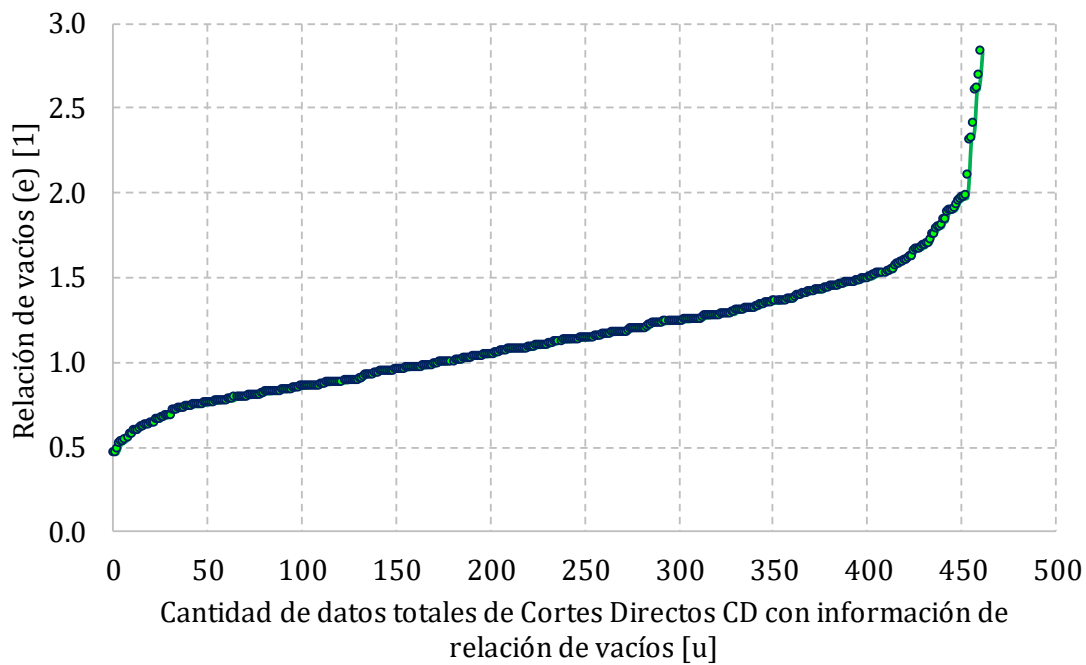
$n'$	$r$	$R^2$	$m$	$\phi$	$C'$	$\sigma_m$	$\sigma_\varepsilon$
[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[1]	[°]
85	-0.0741	0.0055	-0.0602	-3	29	0.1778	10

**Gráfico 5-33. Dispersión  $\phi$  vs  $IP$ . Saprolito (IC) de Granodiorita.**

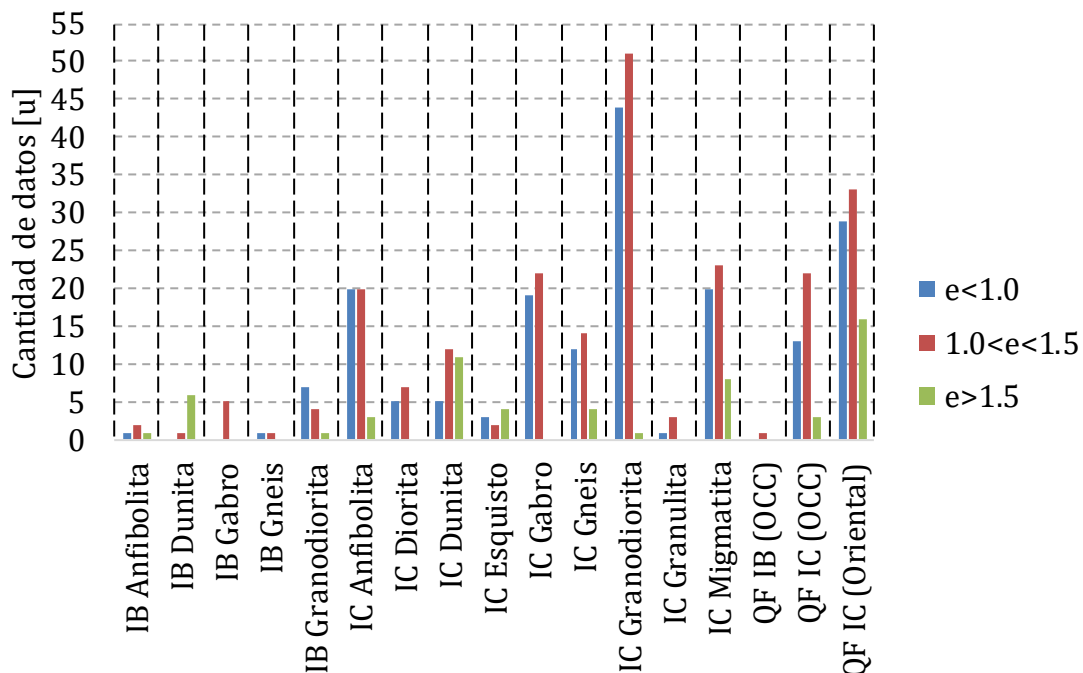
## 5.6 Análisis de la correlación entre “e” y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ , $\tau_i$ )

Para determinar los rangos para los análisis de la relación de vacíos (e) se realizó el Gráfico 5-34, con el fin de distribuir mejor los datos en estos rangos, en éste se observa un cambio brusco de curvatura a partir de  $e < 0.8$  y  $e > 1.5$ ; sin embargo, por representatividad en la cantidad de datos, los rangos escogidos son  $e < 1.0$ ,  $1.0 \leq e \leq 1.5$  y  $e > 1.5$ . Los gráficos se encuentran en el apéndice F.

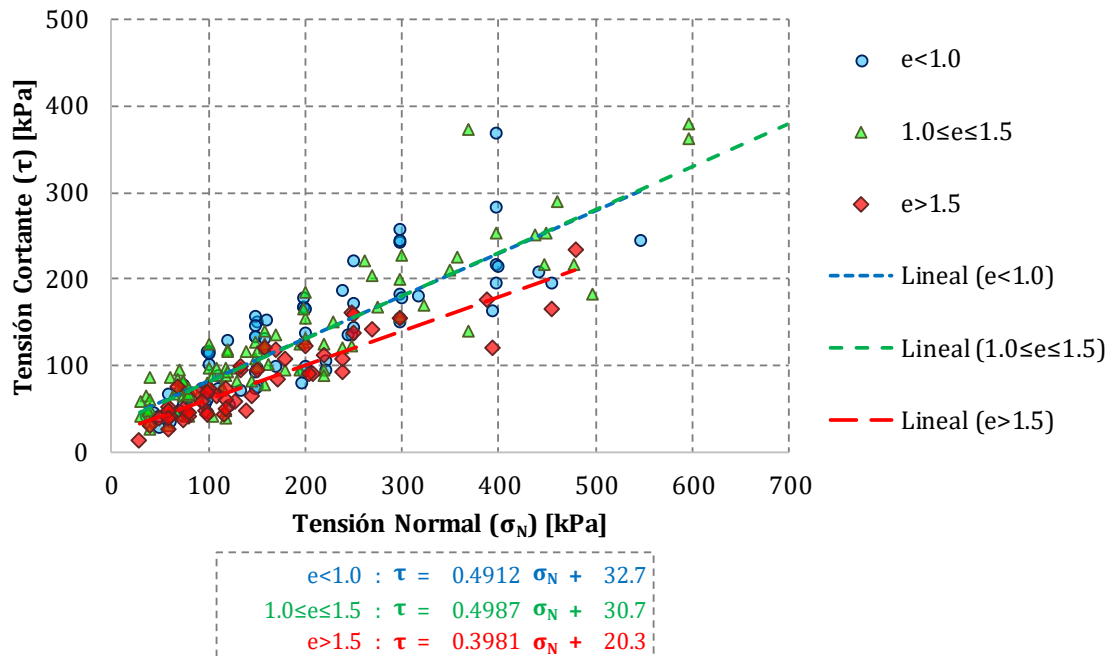
En el Gráfico 5-35 se muestra la cantidad de datos por rango y material, se observa que en ningún caso se supera los 55 datos, por tanto, el error muestral es superior al 9%. Como un caso esperado se analiza el material QF IC (Oriental) Gráfico 5-36.



**Gráfico 5-34. Cortes directos CD en generales con relación de vacíos**



**Gráfico 5-35. Cantidad de datos por rango y material**



**Gráfico 5-36. Correlación entre “e” y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Oriental del Valle de Aburrá.**

En el Gráfico 5-36 se observa una tendencia a ser más alta la resistencia a la tensión cortante ( $\tau$ ) en los puntos con menor “e”, se resalta que la cantidad de datos de estos materiales para los diferentes rangos conduce a tener un error muestral mayor que el 9%.

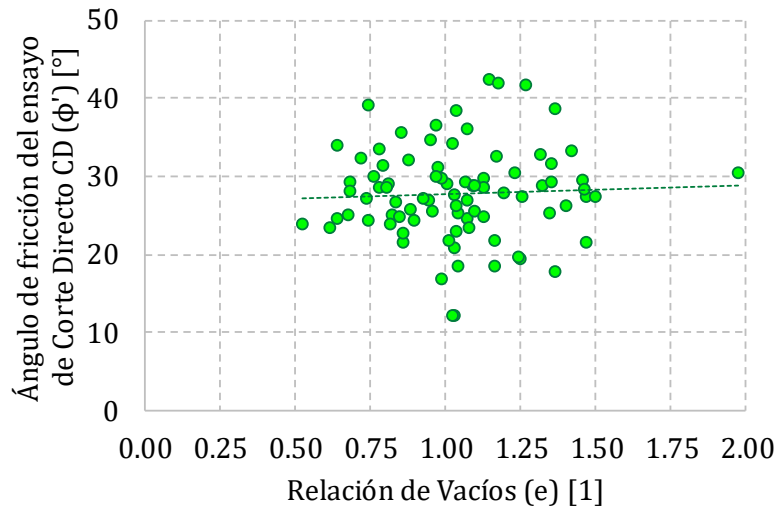
En la Tabla 5-6 se presenta un resumen del anterior gráfico y los del apéndice F; en esta se encuentra, la cantidad de puntos, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $R^2$ ), la pendiente ( $m$  y  $\phi'$ ) y el intercepto con el eje de las ordenadas ( $C'$ ), estos son los parámetros de la regresión para cada uno de los rangos.



**Tabla 5-6. Resumen de parámetros de la regresión de la correlación entre “e” y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ) para tres rangos de relación de vacíos**

MATERIAL	e<1.0						1.0≤e≤1.5						e>1.5					
	n'	r	R <sup>2</sup>	m	ϕ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	ϕ'	C'	n'	r	R <sup>2</sup>	m	ϕ'	C'
	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]
QF IB (OCC)							3	1.000	1.000	0.525	28	65						
QF IC (OCC)	38	0.917	0.840	0.457	25	44	62	0.872	0.760	0.628	32	17	7	0.580	0.336	0.421	23	17
QF IC (Oriental)	74	0.840	0.705	0.491	26	33	93	0.914	0.836	0.499	27	31	49	0.905	0.818	0.398	22	20
IB Anfibolita	3	0.956	0.914	0.948	43	2	6	0.990	0.981	0.532	28	38	3	0.998	0.996	0.632	32	-1
IB Dunita							3	0.921	0.849	0.408	22	36	16	0.874	0.764	0.543	28	29
IB Gabro							12	0.668	0.447	0.590	31	28						
IB Gneis	3	1.000	1.000	0.535	28	1	3	0.996	0.991	0.365	20	27						
IB Granodiorita	11	0.805	0.648	0.343	19	57	11	0.872	0.760	0.479	26	33	3	1.000	1.000	0.909	42	5
IC Anfibolita	58	0.816	0.665	0.627	32	19	55	0.921	0.848	0.583	30	12	8	0.932	0.868	0.792	38	7
IC Diorita	13	0.972	0.944	0.562	29	41	26	0.971	0.942	0.580	30	14						
IC Dunita	14	0.881	0.776	0.492	26	64	34	0.825	0.681	0.660	33	4	36	0.899	0.808	0.347	19	52
IC Esquistos	9	0.966	0.933	0.496	26	21	5	0.862	0.743	0.422	23	19	10	0.979	0.958	0.556	29	7
IC Gabro	49	0.794	0.630	0.456	25	42	66	0.872	0.761	0.493	26	30						
IC Gneis	31	0.944	0.890	0.469	25	54	37	0.807	0.652	0.393	21	57	10	0.928	0.861	0.472	25	50
IC Granodiorita	103	0.966	0.933	0.506	27	27	142	0.932	0.869	0.534	28	18	3	0.988	0.975	0.591	31	41
IC Granulita	3	0.998	0.995	0.434	23	11	9	0.820	0.673	0.176	10	29						
IC Migmatita	47	0.964	0.930	0.668	34	10	67	0.801	0.641	0.523	28	20	24	0.798	0.637	0.610	31	23

En el Gráfico 5-37, se realiza la dispersión entre el ángulo de fricción ( $\phi'$ ) del ensayo de corte directo consolidado drenado y la relación de vacíos (e) para el material IC Granodiorita que obtuvo la mayor cantidad de datos (puntos) entre los materiales analizados. La cantidad de datos es menor a 118 ( $e_{\text{muestreo}}$  mínimo), por esto el  $e_{\text{muestreo}} \approx 10.6\%$ , el modelo de regresión lineal simple, muestra que el coeficiente de correlación es  $r \approx 0.042$ , lo que significa que la correlación es directa o positiva muy baja y aproximadamente el 0.2% de la variación total observada en la variable  $\phi'$  es explicada en la recta de regresión por la variable e, *i.e.*, NO hay correlación entre estas variables.



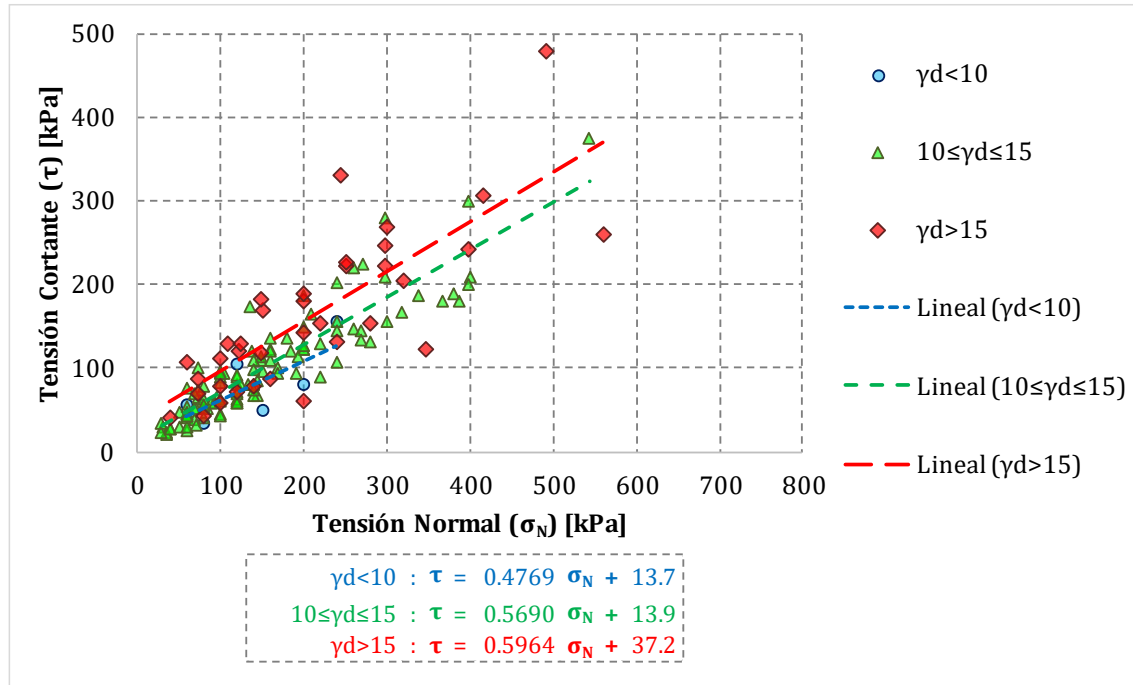
n'	r	R <sup>2</sup>	m	φ	C'	σ <sub>m</sub>		σ <sub>ε</sub>
[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[1]	[°]	[kPa]
85	0.0423	0.0018	0.9884	45	27	5.1238	79	6.0

**Gráfico 5-37. Dispersión  $\phi$  vs  $e$ . Saprolito (IC) de Granodiorita.**

## 5.7 Análisis de la correlación entre $\gamma_d$ y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ , $\tau_i$ )

Los suelos densos suelen tener  $\gamma_d > 15 \text{ kN/m}^3$  y los materiales muy blandos  $\gamma_d < 10 \text{ kN/m}^3$  (Bowles J. E., 1981) y (Murthy, 2002); para los análisis de correlación con los gráficos de dispersión, establecemos los rangos  $\gamma_d < 10 \text{ kN/m}^3$ ,  $10 \text{ kN/m}^3 \leq \gamma_d \leq 15 \text{ kN/m}^3$  y  $\gamma_d > 15 \text{ kN/m}^3$ . Los gráficos se encuentran en el apéndice G. Como un caso esperado se analiza el material IC Anfibolita Gráfico 5-38.

En la Tabla 5-7 se presenta un resumen del anterior gráfico y los del apéndice G; en ésta se encuentra, la cantidad de puntos, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $R^2$ ), la pendiente ( $m$  y  $\phi'$ ) y el intercepto con el eje de las ordenadas ( $C'$ ), estos son los parámetros de la regresión para cada uno de los rangos.



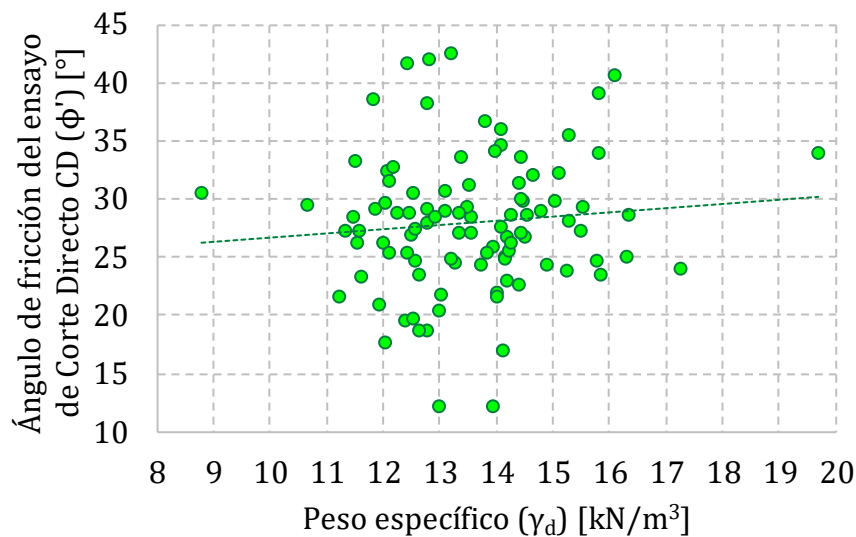
**Gráfico 5-38. Correlación entre  $\gamma_d$  y los gráficos de dispersión ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ). Sapolito (IC) de Anfibolita.**

En el Gráfico 5-38 se observa una tendencia a ser más alta  $\tau$  en los puntos con mayor  $\gamma_d$ , se resalta que la cantidad de datos de estos materiales para los diferentes rangos conduce a tener un error muestral mayor que el 9%.

**Tabla 5-7. Resumen de parámetros de la regresión de la correlación entre  $\gamma_d$  y los gráficos de dispersión ( $\sigma_{N_i}$ ,  $\tau_i$ ) para tres rangos de peso específico seco**

MATERIAL	$\gamma_d < 10$						$10 \leq \gamma_d \leq 15$						$\gamma_d > 15$					
	$n'$	$r$	$R^2$	$m$	$\phi'$	$C'$	$n'$	$r$	$R^2$	$m$	$\phi'$	$C'$	$n'$	$r$	$R^2$	$m$	$\phi'$	$C'$
	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]
QF IB (OCC)							18	0.875	0.766	0.592	31	24						
QF IC (OCC)	9	0.843	0.711	0.566	30	17	171	0.894	0.799	0.518	27	28	11	0.506	0.256	0.233	13	48
QF IC (Oriental)	31	0.859	0.737	0.469	25	10	186	0.911	0.830	0.500	27	23	48	0.798	0.636	0.465	25	47
IB Anfibolita	3	0.998	0.996	0.632	32	-1	9	0.989	0.978	0.564	29	27	3	0.956	0.914	0.948	43	2
IB Dunita	11	0.625	0.391	0.261	15	53	11	0.920	0.847	0.575	30	27						
IB Gabro							12	0.668	0.447	0.590	31	28						
IB Gneis	6	0.990	0.980	0.592	31	36	12	0.787	0.619	0.425	23	44	3	0.972	0.944	0.465	25	32
IB Granodiorita							22	0.849	0.720	0.494	26	33	3	0.997	0.994	0.239	13	84
IC Anfibolita	6	0.742	0.550	0.477	25	14	110	0.907	0.823	0.569	30	14	36	0.793	0.629	0.596	31	37
IC Diorita							68	0.828	0.686	0.555	29	22	6	0.995	0.991	0.632	32	26
IC Dunita	17	0.954	0.910	0.515	27	20	74	0.781	0.610	0.489	26	32	12	0.955	0.912	0.472	25	51
IC Esquisto							21	0.971	0.944	0.533	28	12	3	0.987	0.974	0.888	42	-5
IC Gabro	3	0.995	0.991	0.547	29	34	82	0.829	0.688	0.463	25	38	42	0.868	0.753	0.602	31	24
IC Gneis	3	0.999	0.998	0.606	31	11	137	0.896	0.803	0.510	27	35	50	0.912	0.832	0.595	31	41
IC Granodiorita	3	0.988	0.975	0.591	31	41	238	0.942	0.888	0.498	26	24	46	0.966	0.933	0.504	27	36
IC Granulita							12	0.821	0.674	0.289	16	20	3	0.992	0.985	1.261	52	86
IC Migmatita	6	0.954	0.910	0.639	33	1	97	0.848	0.719	0.552	29	20	35	0.964	0.929	0.679	34	14

En el Gráfico 5-39, se realiza la dispersión entre el ángulo de fricción ( $\phi'$ ) del ensayo de corte directo consolidado drenado y el peso específico seco ( $\gamma_d$ ) para el material IC Granodiorita que obtuvo la mayor cantidad de datos (puntos) entre los materiales analizados. La cantidad de datos es menor a 118 ( $e_{\text{muestreo}}$  mínimo), por esto el  $e_{\text{muestreo}} \approx 9.9\%$ , el modelo de regresión lineal simple, muestra que el coeficiente de correlación es  $r \approx 0.097$ , lo que significa que la correlación es directa o positiva muy baja y aproximadamente el 1% de la variación total observada en la variable  $\phi'$  es explicada en la recta de regresión por la variable  $\gamma_d$ , i.e., NO hay correlación entre estas variables.



$n'$	$r$	$R^2$	$m$	$\phi$	$C'$	$\sigma_m$		$\sigma_\epsilon$
[u]	[1]	[1]	[1]	[°]	[kPa]	[1]	[°]	[kPa]
98	0.0973	0.0095	0.3633	20	23	0.7587	37	5.8

**Gráfico 5-39. Dispersión  $\phi$  vs  $\gamma_d$ . Saprolito (IC) de Granodiorita.**

## 6 PROTOCOLO PARA OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Es muy importante tener en cuenta que según la NSR-10, Título H, ítem H.3.2.2 e ítem H.3.3.3.1 **en todo proyecto se debe realizar exploración del subsuelo** y siempre se deben realizar ensayos de laboratorio que permitan determinar las propiedades mínimas de resistencia. Por tanto, este protocolo es para complementar los resultados de laboratorio obtenidos y en ningún momento se exime de realizar dichos ensayos de laboratorio.

Debido a los resultados obtenidos respecto a %W, LL, IP y e, solo se puede hacer un protocolo para las dispersiones ( $\sigma_{N-i}$ ,  $\tau_i$ ).

A continuación, se presenta un protocolo para la utilización de la información del presente documento:

1. Verificar que el lugar de estudio se encuentre ubicado en el Valle de Aburrá o municipios adyacentes, ya que el 92% de la información analizada en el presente documento es de esta zona.
2. Después de ejecutar la exploración de campo, verificar que el material de estudio sea uno de los 17 materiales que están en la Tabla 5-1. Se advierte que solo 7 materiales (QF IC OCC, QF IC Oriental, IC Anfibolita, IC Gabro, IC Gneis, IC Granodiorita y IC Migmatita) tienen un error muestral menor al 9%, por tanto, los resultados de estos son muestralmente más fiables.
3. Escoger las muestras de “alta calidad” más representativas, con estas, diseñar y realizar ensayos de corte directo consolidados drenados para el material de estudio. Se recomiendan 4 puntos por ensayo.
4. Revisar los resultados de los ensayos y todo punto que dilate debe ser descartado para la envolvente de falla (ver ejemplo Gráfico 4-1 donde dilata el espécimen 3).
5. La tensión cortante debe ser la pico (ver Apéndice APÉNDICE H. CONCEPTOS BÁSICOS/Ensayos de resistencia al corte/Ensayo de corte directo consolidado drenado/Resistencia pico).
6. Trazar en un plano  $\tau$  (ordenadas) vs  $\sigma'_N$  (abscisas), los intervalos (arriba y abajo) de predicción del material (ver Tabla 5-2), la envolvente de la recta de regresión  $\tau = C' + \sigma'_N * \tan \phi'$  es un valor medio.
7. En el mismo plano, trazar la envolvente con los puntos ( $\sigma_{N-i}$ ,  $\tau_i$ ) obtenidos del ensayo de corte directo.
8. Verificar que la envolvente del ensayo realizado esté dentro de los intervalos de predicción; si es así, se puede trabajar con los valores  $\phi'$  y  $C'$  del ensayo de

---

corte directo realizado y se da por terminado el protocolo. En caso contrario, o si el material de estudio tiene un  $e_{\text{muestrel}} > 9\%$  (Tabla 5-1) se debe seguir con el paso 9 del protocolo.

9. Se deberá graficar todos las parejas de puntos  $(\sigma_{N_i}, \tau_i)$  de la base de datos APÉNDICE B. BASE DE DATOS DEPURADA/ Tabla 8-6 para el material analizado e incluir los puntos del(los) ensayo(s) realizado(s).
10. A la dispersión de puntos  $(\sigma_{N_i}, \tau_i)$ , se le debe hacer una regresión lineal simple, verificando que los coeficientes de correlación ( $r$ ) y determinación ( $r^2$ ) sean adecuados.
11. La recta de regresión obtenida sería nuestra envolvente de falla, de esta, se toma el parámetro  $\phi'$  (corresponde al ángulo de la recta, *i.e.*,  $\tan^{-1}(\text{pendiente})$ ) y el parámetro  $C'$  (corresponde al intercepto con el eje de las ordenadas ( $\tau$ )).

## 7 CONCLUSIONES

- ✂ La relaciones entre las variables del corte directo consolidado drenado  $\sigma_N$  y  $\tau$  para los diferentes materiales, muestra en general una correlación directa o positiva muy alta según el factor de correlación de Pearson, esto implica que existe una fuerte correlación entre las variables y en general la recta de regresión explica más del 70% de la variabilidad de la variable dependiente ( $\tau$ ).
- ✂ De acuerdo a la distribución gráfica de todos los diagramas de dispersión entre el número de golpes corregido  $N_{45i}$  del SPT y el resultado del corte directo CD asociado a esos golpes (ángulo de fricción, variable  $\phi'_i$ ), se concluye que **NO hay ninguna relación entre las variables** para ninguno de los 17 materiales objeto de análisis. (ver numeral 5.3 y APÉNDICE C. CORRELACIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN VS GOLPES CORREGIDOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)). Para los materiales analizados, el error muestral es superior al 9% y los gráficos evidencian alta dispersión y los coeficientes de correlación y determinación son muy bajos; por tanto, con la información obtenida, no se puede establecer ninguna correlación entre las variables involucradas y se pone en duda las ecuaciones del numeral 3.1.1 para los materiales analizados en este informe. **NO se puede establecer una ecuación que explique la variable  $\phi'$  en términos de la variable  $N_{45i}$ ; es preciso mencionar que otras correcciones de energía solo desplazan los puntos para la derecha o izquierda de la dispersión, sin mejorar los coeficientes de correlación o determinación ni los parámetros de la regresión lineal.**
- ✂ Los gráficos de dispersión de la variable  $\phi'$  del ensayo de corte directo CD con las variables  $\%W$  e  $IP$ , muestran claramente que para el material que más tuvo datos (IC Granodiorita), la regresión lineal tiene una correlación inversa muy baja y la recta de regresión no explica la variabilidad de  $\phi'$  ocasionada por las variables  $\%W$  e  $IP$ , i.e.; los gráficos de dispersión de la variable  $\phi'$  con las variables  $e$  y  $\gamma_d$ , muestran claramente que para el material que más tuvo datos (IC Granodiorita), la regresión lineal tiene una correlación directa muy baja y la recta de regresión no explica la variabilidad de  $\phi'$  ocasionada por las variables  $e$  y  $\gamma_d$ . Por tanto, para el material que más datos tiene (IC Granodiorita), con un error de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ ) entre 9.9% y 10.6% (mayor que  $e_{\text{muestreo}}$  mínimo),

se concluye que **NO existe correlación entre las variables  $\phi'$  con las variables  $\%W$ ,  $IP$ ,  $e$  y  $\gamma_d$ .**

- ✕ Las correlaciones de las propiedades  $\%W$  (índice),  $IP$  (de clasificación) y “ $e$ ” (índice) con los diagramas de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ) para los diferentes materiales, muestran una tendencia que para los valores menores de estas propiedades, entonces los puntos tienen una resistencia más alta a la tensión cortante ( $\tau$ ) que los puntos con estas propiedades más altas, *i.e.*, se evidencia que  $\tau$  es inversamente proporcional a  $\%W$ ,  $IP$  y “ $e$ ”. Contrario a lo anterior, las correlaciones del peso específico seco ( $\gamma_d$ ) con los diagramas de dispersión ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ) para los diferentes materiales, muestran una tendencia que para los materiales con  $\gamma_d$  altos, entonces la tensión cortante ( $\tau$ ) también es alta, *i.e.*, se evidencia que  $\tau$  es directamente proporcional  $\gamma_d$ ; sin embargo, es importante mencionar que el error de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ ) es en todos los casos es mayor que el 9%, lo que lleva a resultados imprecisos y poco fiables, por tanto, se sugiere que para tener una mejor certeza de los resultados, se tengan más puntos por rango para cada material, mínimo 119 datos.
- ✕ **Teniendo en cuenta los resultados de los análisis con las propiedades  $\%W$ ,  $IP$ ,  $e$ ,  $\gamma_d$  y  $N_{45}$  del SPT, el protocolo para la obtención de parámetros de diseño, solo se puede establecer mediante el ensayo de corte directo CD.**
- ✕ La mayoría de materiales procesados son limos (MH y ML), con frecuencias del 65% para los depósitos de flujo meteorizado, 78% para los suelos residuales (IB) y el 58% para los saprolitos (IC) (ver Gráfico 5-7). Esto puede influir en el comportamiento mecánico de resistencia al corte, evaluados con los ensayos de cortes directo consolidado drenado. (ver numeral 5.1).
- ✕ En el caso específico de los cortes directos CD, se concluye que para los 17 materiales objeto de estudio, debido a la distribución gráfica de los diagramas de dispersión de las variables ( $\sigma_{Ni}$ ,  $\tau_i$ ), la mejor curva de ajuste, es una regresión lineal simple; en nuestro caso la recta producto de dicha regresión, es conocida como una envolvente de falla de Mohr (Bowles J. E., 1981, pág. 103), aunque la interpretación de la pendiente de la envolvente respecto al ángulo de fricción ( $\phi'$ ) es una buena aproximación debido a que este parámetro es una resistencia física (fricción); sin embargo, el intercepto con el eje de las ordenadas ( $\tau$ ) sólo es un intercepto geométrico y **NO** se debe considerar como una cohesión, ya que es una resistencia química y ésta



depende de factores complejos, tales como la tensión superficial y uniones electroquímicas (fuerzas intermoleculares), tales como la succión y cementación. (ver APÉNDICE H. CONCEPTOS BÁSICOS, Ensayos de resistencia al corte, Ensayo de corte directo consolidado drenado, Cohesión efectiva o cohesión aparente ( $C'$ )).

- ✂ Los intervalos de confianza, en general, se acercan mucho a la recta de regresión donde hay una mayor cantidad de datos y a estos se le atribuye una incertidumbre del 5%, esto quiere decir, que tenemos una confianza del 95% que nuestra respuesta media se encuentra entre estos valores, o que tan confiable es nuestra recta de predicción (regresión lineal) en determinado valor de  $\sigma_N$ , para valores muy grandes de  $\sigma_N$  donde no se tiene tanta información, nuestros intervalos son más amplios y aunque tenga la misma confianza (95%) la variabilidad es mayor (el intervalo crece); sin embargo, los intervalos de predicción, en la mayoría de materiales, se mantienen casi – paralelos y alejados de la recta de regresión, aproximadamente entre  $\pm 2$  y  $\pm 2.4$  veces el error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) y el 95% de los datos de la muestra, están entre estos intervalos, esto refleja la variabilidad de la recta de regresión estimada, que nuestro caso, es baja, en otras palabras, aunque la recta de regresión no representa exactamente la media verdadera de la variable de respuesta, se puede tomar como un valor aproximado y los intervalos de predicción representan un valor más bajo y alto para una sola observación futura. En general como el error estándar no fue alto, la variabilidad tampoco lo fue.
- ✂ Para los diferentes materiales, en la Tabla 5-1 se pueden apreciar los parámetros preliminares de diseño ( $\phi'$ ) así como su error o incertidumbre asociada ( $\sigma_m$ ) y en la Tabla 5-2 se puede apreciar el parámetro preliminar de resistencia al corte ( $\tau$ ) de la regresión lineal, con sus respectivos intervalos de predicción. Se resalta que para los materiales en los cuales hubo menos de 30 datos, el error asociado tanto estándar como para la pendiente fue mayor, además mientras mayor es el tamaño de la muestra, menor es la variabilidad para hacer la estimación del intervalo de predicción.
- ✂ En los flujos saprolitizados (QF IC (OCC) Gráfico 5-10 y QF IC (Oriental) Gráfico 5-11), los ángulos de la recta de regresión ( $\phi'$ ), el intercepto en el eje de las ordenadas ( $C'$ ), el error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ) y las desviaciones estándar respecto a la tensión normal ( $S(\sigma_{Ni})$ ) y la tensión cortante ( $S(\tau_i)$ ), los valores son similares, esto puede deberse al grado de meteorización de estos materiales.

- 
- ✂ Teniendo en cuenta la importancia del muestreo y la representatividad del mismo, se acude a la ecuación [ 8-3] del apéndice H, donde se puede observar que el error muestral es inversamente proporcional al tamaño de la muestra estadística, en nuestro caso solo depende de esta variable independiente ( $n'$ ), este error se calcula de esta forma cuando se desconoce la totalidad de población ( $N^*$ ) y nos permite establecer para un nivel de confianza del 95% que tan representativa es la información obtenida en el muestreo; es por esto, que si se quiere obtener un error de precisión menor o igual al 9% (0.09), entonces  $n' \geq 119$  puntos, esta condición no la cumple ningún suelo residual (IB) y solo 7 materiales de los 17 la cumplen para los diagramas de dispersión ( $\sigma_{Ni}, \tau_i$ ) (QF IC(OCC), QF IC (Oriental), IC Anfibolita, IC Gabro, IC Gneis, IC Granodiorita y IC Migmatita). Debido a la información obtenida en la Tabla 5-1, se desconfía completamente de los resultados presentados en los materiales IB Gabro y IC Granulita, se sugiere que si se requiere trabajar con dichos materiales, se obtenga más información ( $n'$ ), preferiblemente que este valor sea  $n' \geq 30$ . Es importante indicar que una muestra estadística menor a 30 dados es considerada pequeña (Spiegel, Teoría y problemas de probabilidad y estadística, 1976, pág. 195).
- ✂ Los intervalos de predicción (I.P.), son parábolas (ver numeral 3.2.6 ecuación [ 3-32]), pero en nuestro caso, debido a que la variación de apertura entre estos es poca en la mayoría de los materiales (no se puede en el IC Granulita, tiene un error estándar muy alto) se pueden aproximar a rectas (cuasi-rectas) paralelas a la línea de regresión, la distancia entre los intervalos y la regresión es un promedio de las distancias de las parábolas de I.P. a la recta y ese valor está entre 2 y 2.4 veces el error estándar ( $\sigma_\epsilon$ ).
- ✂ La U.S.C.S. no establece criterios significativos para diferenciar materiales en el área en estudio, todos se ubican en suelos intermedios limosos, sin claridad sobre el comportamiento mecánico esperado.
- ✂ Las dispersiones que tienen coeficiente de correlación ( $r$ ) baja a muy baja explican en la variabilidad de los materiales y la posible diferencia en interpretación de los orígenes y grados de meteorización.
- ✂ En los tipos de suelos existen intervalos demasiado amplios para los parámetros básicos. Por tanto, la indentificación debería realizarse además del origen geológico, en términos de parámetros de estado.

- ✕ En nuestro medio existen deficiencias en una buena caracterización de los materiales, esto obliga a recurrir a medios diferentes a los de la mecánica de suelos tradicional, tales como: superficie específica, identificación de minerales, fábricas, entre otros.
- ✕ Sería más fructífero concentrar las caracterizaciones por zonas homogéneas de similar origen, diferenciando los aspectos morfológicos en los grados de meteorización y establecer metodologías muy claras que identifiquen las diferencias en comportamientos del perfil de suelos.

## 8 REFERENCIAS

- Alvarado Castillo, W. (2008). *Introducción a la Estadística*. Chiclayo, Provincia de Lambayeque, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Álvarez, J. (1987). Tectonitas Dunitas de Medellín, departamento de Antioquia, Colombia. *Boletín Geológico Ingeominas*, Vol. 28 (3), 9-44.
- Álvarez, M. (1975). *Origen de las anfibolitas presentes en los alrededores de Medellín*. Medellín, Colombia: Tesis de grado Universidad Nacional Sede Medellín.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 1140). (Edition 2000). *ASTM D 1140 - 00. Standard Test Methods for Amount of Material in Soils Finer Than the No. 200 (75- $\mu$ m) Sieve*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 1586). (Edition 2011). *ASTM D 1586 - 11. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 2216). (Edition 1998). *ASTM D 2216 - 98, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 2487). (Edition 2006). *ASTM D 2487 - 06. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 3080). (Edition 1998). *ASTM D 3080 - 98 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM D 422). (Edition 1963). *ASTM D 422 - 63. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.

- 
- American Society of Testing Materials (ASTM D 4318). (Edition 2005). *ASTM D 4318 – 05, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- American Society of Testing Materials (ASTM E 11). (Edition 2004). *ASTM E 11 – 04 Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes*. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.
- Arciga Monzón, D. G. (2006). *Las 7 Herramientas Básicas de la Admón. de la Calidad*. México: Sin Editorial.
- Arias, A. (2003). La diversidad del relieve y de los suelos en el altiplano de Santa Rosa de Osos (Antioquia): sus significados ambientales. *Boletín Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional de Colombia, Vol. N° 15*, 51-72.
- Aristizábal, E., & Yokota, S. (2008). Evolución Geomorfológica del Valle de Aburrá y sus implicaciones en la ocurrencia de movimientos en masa. *Boletín Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional de Colombia*, 5-17.
- Atterberg, A. (1911). Über die physikalische Bodenuntersuchung und über die Plastizität der Tone [On the investigation of the physical properties of soils and on the plasticity of clays]. *Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Vol. 1*, 10-43.
- Barber, J. R. (2004). *Elasticity* (Second ed., Vol. 107). New York, United States of America: Kluwer Academic Publishers.
- Bjerrum, L., & Simons, N. E. (June de 1960). Comparison of Shear Strength characteristics of Normally consolidated Clay. *Proceedings. Research Conference on Strength of Cohesive Soils ASCE*, 1726 - 1771.
- Blight, G. E. (1977). "Slopes and excavations in residual soils. *IX ICSMFE (The International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering)*. Vol. 2, págs. 45 - 48. Tokyo, Japan: The International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.
- Botero Arango, G. (1940). Formaciones geológicas de Antioquia. *Revista Minería, Vol. 111*, 9080 - 9085.
- Botero Arango, G. (1942). Contribución al conocimiento de la petrografía del Batolito Antioqueño. *Revista Minería, Vols. 115 - 117*, 1318 - 1330.

- 
- Botero Arango, G. (1963). *Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia*. Medellín, Colombia: Talleres de la Tip. Gares.
- Bowles, J. E. (1981). *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil* (II ed.). México, México: McGRAW-HILL.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation analysis and design* (5 ed.). Peoria, Illinois, United States: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Buddington, A. (1959). Granite emplacement with special reference to North América. *Geological Society America Bulletin*, 671 - 747.
- Budhu, M. (2010). *Soil Mechanics and Foundations* (3rd ed.). Tucson, Arizona, United States of America: JOHN WILEY & SONS, INC.
- Buol, S. W., Hole, F. D., & McCracken, R. J. (1973). *Soil Genesis and Classification*. Ames, Iowa, Estados Unidos: State University Press.
- Busch, R. (1993). *Laboratory manual in physical geology*. New York, Estados Unidos: Macmillan Publishing Company.
- Camapum de Carvalho, J. (2004). *Memorias. Curso de suelos residuales tropicales*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Carmona Álvarez, J. E., & Ruge Cárdenas, J. C. (2015). Análisis de las correlaciones existentes del ángulo de fricción efectivo para suelos del piedemonte oriental de Bogotá usando ensayos in-situ. *Tecno Lógicas*, vol. 18(no. 35), 93 - 104.
- Casagrande, A. (1932). Research on the Atterberg Limits of Soil. *Public Roads. A Journal of Highway Research.*, Vol. 13, 121-136.
- Casagrande, A. (1948). Classification and Identification of Soils. *Transactions of the American Society of Civil Engineers (ASCE)*, Vol. 113, pp. 901-930.
- Colaboradores de OpenStreetMap celeberrima. (12 de Julio de 2019). [www.celeberrima.com](http://www.celeberrima.com). Obtenido de <https://www.celeberrima.com/mapas/coldivpol.jpg>
- COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por la Ley 400 de 1997). (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTE, NSR-10*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Content Mapas Didactalia. (12 de Julio de 2019). <https://suwke.us/view/>. Obtenido de <https://i1.wp.com/contentmapas.didactalia.net/imagenes/Documentos/Imag>

enesSemanticas/f7c97d2a-1c66-44ce-8724-8e33a84fb9c0/6e15ff54-34e0-4595-93df-df1fb3353a90.jpg

- De La Cruz Oré, J. L. (2 de Agosto de 2013). ¿Qué significan los grados de libertad? (S. P. de, Ed.) *Revista Peruana de Epidemiología (RPE)*, Vol. 17, 1-6.
- De Mello, V. F. (1971). The standard penetration test. 4° *Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, (págs. 23, 26). San Juan - Puerto Rico.
- Deere, D. V., & Patton, A. D. (1971). Estabilidad de taludes en suelos residuales. *Memorias VI Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (págs. 87 - 170). San Juan, Puerto Rico: Sin Editorial.
- Echaverría, L. M. (1973). *Zonación de las rocas metamórficas del Valle de Aburrá y alrededores*. Universidad Nacional de Colombia, Antioquia. Medellín: Tesis de Grado. Facultad de Minas.
- Escobar Potes, C. E., & Duque Escobar, G. (2017). *Geotecnia para el trópico andino*. Caldas. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/53560/>
- García L., C. (2006). Estado del conocimiento de los depósitos de vertiente del Valle de Aburrá. *Boletín Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional de Colombia*, 101 - 112.
- Gere, J. M. (2006). *Mecánica de Materiales*. Stamford, Connecticut, United States of America: THOMSON EDITORES.
- Gómez, J., Montes, N. E., Nivia, Á., & Diederix, H. (2015). *Mapa Geológico de Colombia escala 1:1 000 000*. Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano.
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- Gonzalez G, A. J. (1999). Estimativos de parametros efectivos de resistencia con el SPT. *X Jornadas Geotecnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI -SCG* (pág. 5). Bogotá: SCG.
- González, H. (1976). *Geología del Cuadrángulo J-8 (Sonsón)*. Medellín, Colombia: INGEOMINAS.
- González, H. (1980). *Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salaminak) del Mapa Geológico de Colombia*. Bogotá, Colombia: INGEOMINAS.

- 
- González, H. (2002). *Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Tonalita de Ovejas*. Bogotá, Colombia: INGEOMINAS.
- Gorgas García, J., Cardiel López, N., & Zamorano Calvo, J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid - Facultad de Ciencias Físicas - Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera.
- Grosse, E. (1926). *Mapa Geológico de la parte occidental de la Cordillera Central de Colombia entre el Río Arma y Sacaoyal. Escala 1:50000. El Terciario Carbonífero de Antioquía*. Berlín, Alemania: Sin Editorial.
- Guen, O. (2014). *Correlation between SPT and CPT*. Trondheim - Norway: Norwegian University of Science and Technology.
- Gurtin, M. E. (1996). *An Introduction to Continuum Mechanics* (Vol. 158). New York, United States of America: Academic Press, Inc.
- Hatanaka, M., & Uchida, A. (1996). Empirical Correlation between Penetration Resistance and Internal Friction Angle of Sandy Soils. *Soils and foundations*, vol. 36(no. 4), 1-10.
- Hoek, E., Carranza Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek-Brown Failure Criterion. *Proc. NARMS-TAC*, (pág. 3). Toronto.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. New Jersey, United States of America: PRENTICE HALL, Englewood Cliffs.
- INGEOMINAS. (2001). *Mapa geológico del departamento de Antioquia*. Medellín, Colombia: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR INGEOMINAS.
- INGEOMINAS. (2005). *Geología de la Plancha 147 Medellín Oriental*. Medellín, Colombia: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA.
- INGEOMINAS. (2005). *Mapa Geológico, Plancha 147 Medellín Oriental*. Bogotá DC: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.
- J. McCourt, W., A. Aspden, J., & M. J., B. (1984). New geological and geochronological data from the Colombian Andes: continental growth by multiple accretion. *Journal of The Geological Society - J GEOL SOC.*, Vol. 141, 831-845. 10.1144/gsjgs.141.5.0831.



- 
- JSCE. (1984). Earthquake Resistant Design for Civil Engineering Structures in Japan. Tokyo: Japanese society of Civil Engineers.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos, Fundamentos de la mecánica de suelos*. (Vol. Tomo 1). México, México: LIMUSA NORIEGA EDITORES.
- Kayabali, K., Akturk, O., Fener, M., Dikmen, O., & Harputlugil, F. H. (7 de July de 2015). Revisiting the Bjerrum's correction factor: Use of the liquidity index for assessing the effect of soil plasticity on undrained shear strength. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 716 - 721.
- Kishida, H. (1969). Characteristics of liquefied sands during Mino-Owari, Tohnankai and Fukui earthquakes. *Soils Found*, vol. 9(no. 1), 75-92.
- Klein, C., & Hurlbut. (1998). *Manual de mineralogía* (Vol. 1 y 2). Barcelona, España: Reverté.
- Kulhawy, F. H., & Mayne, P. W. (1990). *Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design*. New York, United States of America: Electric Power Research Institute (EPRI). Inc.
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1991). *Mecánica de suelos* (2 ed.). México, México: Limusa.
- Leet, L. D., & Judson, S. (1968). *Fundamentos de geología física*. México, México: Limusa.
- Mapas Para Colorear. (12 de Julio de 2019). [www.mapasparacolorear.com](http://www.mapasparacolorear.com). Obtenido de <https://www.mapasparacolorear.com/colombia/mapa-departamento-antioquia-contorno-municipios.png>
- Maya, M., & Gonzalez, H. (1995). Unidades litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. *Boletín Geológico Ingeominas*, Vol. 35, 43-57.
- Miller, J. P., & Scholten, R. (1966). *Laboratory studies in geology*. San Francisco: W.H.Freeman and Company.
- Montenegro Padilla, L. F. (2014). *Calibración del método de parámetros de resistencia con SPT en suelos de la región llanera Colombiana*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional Sede Bogotá - Facultad de Ingeniería.
- Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Municipio de Envigado y CORANTIOQUIA. (2009). *INFORME FINAL. CONVENIO 4800002397 DE 2007. AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA*,

- 
- AVENIDAS TORRENCIALES E INUNDACIONES EN EL VALLE DE ABURRÁ. FORMULACIÓN DE PROPUESTAS DE GESTIÓN.* Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Facultad de Arquitectura, Escuela de Habitat, Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería Civil y Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Recuperado el 15 de Junio de 2019, de <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Informaci%C3%B3n%20General/Documentos/Gesti%C3%B3n%20del%20Riesgo/documentos/Amenaza,%20vulnerabilidad%20y%20riesgo/Libro%20II.pdf>
- Murthy, V. (2002). *Geotechnical Engineering, Principles and practices of soil mechanics and foundation engineering*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Oficina Internacional de Pesas y Medidas. (2006). *El Sistema Internacional de Unidades (SI)* (8° ed.). Madrid, España: Oficina Internacional de Pesas y Medidas, Organización Intergubernamental de la Convención del Metro.
- Olivella, X. O., & Agelet de Saracibar Bosch, C. (2000). *Mecánica de medios continuos para ingenieros*. Barcelona, Cataluña, España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.
- Ortiz Berrocal, L. (2007). *Resistencia de materiales* (Tercera ed.). Madrid, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- Pearson, K. (1895). Notes on Regression and Inheritance in the Case of Two Parents. *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. 58, 240-242.
- Pearson, K. (1900). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Phil. Mag.*, vol. 5(no. 50), 157 - 175.
- Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1953). *Foundation engineering. Libraries Australia*.
- Rendón Giraldo, D. A., Toro V., G. E., & Hermelin A., M. (2006). Modelo cronoestratigráfico para el emplazamiento de los depósitos de vertiente en el Valle de Aburrá. *Boletín Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional de Colombia*, 103 - 118.
- Restrepo A., J. J., & Francois Toussaint, J. (1973). Obducción cretácea en el occidente colombiano. *Publicación Especial Geológica N° 3. Universidad Nacional*, 1 - 26.

- 
- Restrepo A., J. J., & Francois Toussaint, J. (1985). Unidades Litológicas de los Alrededores de Medellín. *Centro de Publicaciones U.N. Instituto de Ciencia Naturales y Ecología. Universidad Nacional Sede Medellín, Publicación Especial N°2*, 30.
- Rey Quijano, I. (2004). *Cuadernos de ingeniería geológica N°10, introducción al estudio macroscópico de las rocas* (Vol. 10). Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Facultad.
- Riggs, C. O. (June de 1986). North American Standard Penetration Test Practice: An Essay. *AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS*(no. 6), 949 - 967.
- Royal Academy for Overseas Sciences. (2002). *EVOLUTION OF TROPICAL SOIL SCIENCE: PAST AND FUTURE*. Brussels, Belgique: Guest Editor: Georges Stoops .
- Salazar P., C., & Del Castillo G., S. (2018). *Fundamentos básicos de estadística* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Sin Editorial.
- Scheibe, R. (1933). *Informe sobre los resultados de la Comisión Científica Nacional Antioquia*. Bogotá, Colombia: Compilación Estudios Geológicos Oficiales en Colombia. Volumen I.
- Schmertmann, J. H. (1975). Measurement of In-situ Shear Strength. *ASCE Specialty. Conf. on In Situ Measurement of Soil Properties*.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2005). *Física para ciencias e ingenierías* (Sexta ed., Vol. I). México: International Thompson Editores, S.A. de C.V.
- Shanley, F. R. (1971). *Mecánica de Materiales*. México: McGraw Hill Book Company, Inc.
- Skempton, A. W. (1953). The colloidal activity of clays. *Proceedings of the third international conference on soil mechanics and foundation engineering* (págs. 57-61). Zurich, Switzerland: ICOSOMEF.
- Skempton, A. W. (1957). The Planning and Design of New Hongkong Airport. *Proceeding, Vol. 7*, 305 -307.
- Skempton, A. W. (1986). Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. *Geotechnique, vol. 36*(no. 3), 425-447.
- Spiegel, M. R. (1976). *Teoría y problemas de probabilidad y estadística*. Mexico: MCGRAW HILL DE MEXICO S.A. de C.V.

- 
- Spiegel, M. R., & Stephens, L. J. (2009). *Estadística* (Cuarta ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Suzuki, M., Tsuzuki, S., & Yamamoto, T. (31 de August de 2005). Physucak and Chemical Index Properties of Residual Strength of Various Soils. *Mem Fac Eng Yamaguchi Univ*, Vol. 56(no. 1), 11.
- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la tierra* (8ª ed.). Madrid, España: Pearson Educación S. A.
- Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. New York: London: CHAPMAN AND HALL, Limitea JOHN WILEY AND SONS, INC.
- Terzagui, K., & Peck, R. B. (1948). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley and Sons.
- Timoshenko, S., & Goodier, J. N. (1975). *Teoría de la elasticidad* (Segunda ed.). Nueva York, United States of America: McGraw-Hill Book Company, Inc. - Urmo, S.A. de Ediciones.
- van Zuid, R. (1986). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. The Hague, Netherlands: The Hague : Smits Publishers.
- Villafañe, G. et al. (1988). Interacción Estática Suelo - Estructura de Cimientos Superficiales. *V Jornadas Geotécnicas - SCI*. Bogotá DC: SCI.
- Widodo, S., Ibrahim, A., & Hong, S. (2012). Analysis of different equations of undrained shear strenght estimations using Atterberg Limits on Pontianak Soft Clay. *Challenges of Modern Technology*, Vol. 3(no. 3), 46 - 50.
- World Soil Resources Reports. (2001). *LECTURE NOTES ON THE MAJOR SOILS OF THE WORLD*. Rome, Italy: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
- Yimsiri, S. (2013). Energy ratio of SPT practice performed in Thailand. *Geotechnical and Geophysical Site Characterization 4 - Coutinho Y Mayne (eds)*, 391 - 397.
- Young, R. N., & Warkentin, B. P. (1966). *Introduction to soil behavior*. New York, Estados Unidos: Macmillan.
- Yu Ou, C. (2006). *Deep Excavation Theory and Practice*. London, England: Taylor & Francis Group.



## A. APÉNDICE A. BASE DE DATOS GENERAL

Tabla 8-1. Base de datos general. Coordenadas ( $N'$ ,  $O'$ ), profundidad ( $Z_0$ ,  $Z_F$ ), golpes ( $N_{STP \uparrow}$ ,  $N_{STP \downarrow}$ ) y geología

DATO	$N'$ [° ' " ]	$O'$ [° ' " ]	$Z_0$ [m]	$Z_F$ [m]	$N_{STP \uparrow}$ [Golpes]	$N_{STP \downarrow}$ [Golpes]	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
1			6.30	6.75	4	10			Ceniza Volcánica
2	6°10'34"	75°34'24"	4.15	4.60			TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
3	6°10'34"	75°34'24"	4.15	4.60			TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
4	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	37	55	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IB Anfibolita
5	6°12'39"	75°32'47"	5.00	5.45	30	60	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IB Anfibolita
6	6°9'25"	75°31'59"	5.10	5.55	3	3	TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
7			1.95	2.40	15	16			IB Aplita
8	6°10'59"	75°39'58"	11.50	11.95		11	K1-VCm5	Formación Quebradagrande	IB Basalto
9			3.60	4.05	10	11			IB Brecha Volcánica
10			3.60	4.05	28	20			IB Brecha Volcánica
11			1.80	2.25	9	7			IB Cuarzodiorita
12	6°11'6"	75°36'28"	2.10	2.55			KdA	Stock de Altavista	IB Diorita
13			4.95	5.40	7	15			IB Dunita
14	6°12'42"	75°33'3"	8.30	8.75	12	14	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
15	6°12'42"	75°33'3"	5.50	5.95	18	13	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
16	6°12'42"	75°33'3"	4.15	4.60	13	32	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
17	6°14'29"	75°32'5"	4.00	4.45	9	8	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
18	6°14'29"	75°32'5"	0.90	1.35	5	6	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
19	6°21'1"	75°32'53"	4.60	5.05			JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
20	6°21'1"	75°32'53"	6.10	6.55			JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
21	6°15'22"	75°47'21"	3.00	3.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IB Esquisto
22	6°13'1"	75°32'40"	4.35	4.80	4	4	KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
23	6°13'4"	75°32'59"	1.50	1.95			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
24	6°13'7"	75°33'20"	4.40	4.85			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
25	6°13'7"	75°33'20"	3.00	3.45			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
26	6°13'7"	75°33'20"	4.40	4.85			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
27			3.00	3.45	4	10			IB Gneis
28	6°5'11"	75°29'35"	6.00	6.45	10	11	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IB Gneis
29	6°5'11"	75°29'35"	9.00	9.45	14	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IB Gneis
30	6°9'11"	75°34'59"	5.90	6.35	7	7	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
31	6°9'8"	75°38'17"	3.60	4.05	16	8	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
32	6°9'8"	75°38'17"	3.15	3.60	18	18	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
33	6°9'8"	75°38'17"	4.05	4.50	38	27	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
34			2.00	2.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
35			7.00	7.45		8	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
36	6°13'16"	75°36'11"	5.00	5.45	26	28	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita
37	6°13'16"	75°36'11"	9.35	9.80	28	29	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita
38	6°13'16"	75°36'11"	5.45	5.90	29	18	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita
39	6°22'37"	75°27'11"	0.80	1.25			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
40	6°3'19"	75°11'4"	1.50	1.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
41	6°46'22"	75°18'41"	0.80	1.25			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
42	6°46'22"	75°18'41"	0.60	1.05			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
43	6°46'22"	75°18'41"	0.50	0.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
44	6°8'39"	75°22'37"	3.70	4.15	5	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
45	6°9'37"	75°24'50"	4.00	4.45	5	4	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
46	6°3'57"	75°30'6"	2.70	3.15	9	10	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IB Granulita
47	6°7'30"	75°31'47"	2.20	2.65	9	14	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IB Migmatita
48	6°8'37"	75°31'49"	2.45	2.90	8	7	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IB Migmatita
49	6°8'37"	75°31'49"	5.35	5.80	13	12	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IB Migmatita
50			8.55	9.00	50	25			IC Aglomerado
51			7.65	8.10	39	25			IC Aglomerado
52	6°4'37"	75°38'12"	5.40	5.85			K1-VCm5	Formación Quebradagrande	IC Andesita
53			8.00	8.45	19	10			IC Anfibolita
54			13.00	13.45	21	25			IC Anfibolita
55			4.00	4.45	49				IC Anfibolita
56			12.00	12.45	30	36			IC Anfibolita
57			6.00	6.45	6	5			IC Anfibolita
58			9.00	9.45	18	28			IC Anfibolita
59			2.25	2.70					IC Anfibolita
60	6°10'34"	75°34'24"	6.85	7.30			TRaM	Anfibolitas de Medellín	IC Anfibolita
61	6°11'42"	75°33'32"	20.65	21.10	100	100	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
62	6°11'42"	75°33'32"	11.90	12.35	5	18	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
63	6°11'42"	75°33'32"	12.00	12.45	28	55	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
64	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	39	53	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfibolita
65	6°12'41"	75°33'11"	14.95	15.40	20	50	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfibolita
66	6°12'41"	75°33'11"	3.45	3.90	4	8	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfibolita
67	6°12'41"	75°33'11"	3.45	3.90	5	5	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfibolita
68	6°12'41"	75°33'11"	9.45	9.90	10	30	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfibolita
69	6°16'10"	75°35'53"	19.55	20.00	26	45	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
70	6°16'6"	75°35'14"	7.00	7.45	20	79	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
71	6°17'26"	75°30'37"	4.00	4.45	11	29	TRaM	Anfibolitas de Medellín	IC Anfibolita
72	6°19'4"	75°34'17"	1.90	2.35			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
73	6°19'4"	75°34'17"	2.20	2.65			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita
74	6°19'34"	75°33'39"	12.00	12.45	25	15	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfibolita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
75	6°19'38"	75°33'40"	12.45	12.90	37	46	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
76	6°19'38"	75°33'40"	11.00	11.45	7	30	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
77	6°19'38"	75°33'40"	22.50	22.95	100		JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
78	6°19'38"	75°33'40"	13.45	13.90	28	48	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
79	6°19'38"	75°33'40"	11.00	11.45	33	33	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
80	6°19'38"	75°33'35"	29.30	29.75	103		JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
81	6°19'38"	75°33'35"	36.45	36.90			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
82	6°19'38"	75°33'35"	14.80	15.25			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
83	6°19'38"	75°33'35"	29.40	29.85			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
84	6°19'38"	75°33'35"	18.40	18.85	33	51	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
85	6°19'38"	75°33'35"	24.45	24.90	73	33	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
86	6°19'6"	75°34'19"	7.00	7.45	17	80	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
87	6°19'6"	75°34'19"	12.43	12.88	30	43	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
88	6°19'6"	75°34'19"	6.30	6.75		52	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
89	6°19'7"	75°34'15"	0.00	0.45			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
90	6°26'36"	75°6'15"	7.00	7.45	15	15	T-Mag3	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
91	6°26'36"	75°6'15"	2.45	2.90	5	7	T-Mag3	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
92	6°5'32"	75°19'57"	7.00	7.45	8	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
93	6°5'32"	75°19'57"	11.45	11.90	25	17	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
94	6°5'32"	75°19'57"	8.45	8.90	31	8	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
95	6°5'32"	75°19'57"	5.45	5.90	16	14	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
96	6°5'41"	75°29'18"	6.00	6.45	10	16	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
97	6°5'42"	75°29'14"	3.00	3.45	20	18	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
98	6°5'43"	75°29'19"	12.00	12.45	31	30	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
99	6°8'28"	75°31'26"	9.00	9.45	35	27	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
100	6°8'28"	75°31'26"	14.00	14.45	59	61	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
101	6°8'28"	75°31'26"	6.00	6.45		16	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
102	6°8'48"	75°36'46"	15.60	16.05	15	23	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Anfíbolita
103	6°9'15"	75°30'51"	13.00	13.45	14	16	TRaM		IC Anfíbolita
104	6°9'15"	75°30'51"	5.45	5.90	7	11	TRaM		IC Anfíbolita
105	6°9'25"	75°31'59"	6.45	6.90	5		T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
106	6°9'25"	75°31'59"	7.65	8.10	7	17	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
107			4.10	4.55	21	19			IC Arcillolita
108	5°47'31"	75°47'16"	6.60	7.05			n6n7-VCc	Formación Combia	IC Basalto
109	5°47'31"	75°47'16"	16.00	16.45			n6n7-VCc	Formación Combia	IC Basalto
110			6.60	7.05	18	50			IC Brecha Volcánica
111			4.50	4.95	21	19			IC Brecha Volcánica
112			6.75	7.20	17	15			IC Brecha Volcánica
113	6°2'22"	75°45'30"	7.20	7.65	30	35	E3-Sc	Formación Amagá	IC Carbón
114	6°2'22"	75°45'30"	7.95	8.40	16	17	E3-Sc	Formación Amagá	IC Carbón



DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' '']	[° ' '']	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
115			4.50	4.95	17	27			IC Cuarzodiorita
116			5.55	6.00	6	16			IC Cuarzodiorita
117			5.00	5.45	32	35			IC Diorita
118			3.00	3.45	3	5			IC Diorita
119			7.00	7.45	77	95			IC Diorita
120			7.25	7.70	15	7			IC Diorita
121			6.40	6.85	19	8			IC Diorita
122			7.95	8.40	16	14			IC Diorita
123			11.45	11.90	12	53			IC Diorita
124	6°11'53"	75°35'53"	4.10	4.55	24	17	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
125	6°11'53"	75°35'53"	4.50	4.95	30	25	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
126	6°11'53"	75°35'53"	9.60	10.05			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
127	6°11'6"	75°36'28"	3.05	3.50	3	30	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
128	6°11'6"	75°36'28"	12.90	13.35			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
129	6°11'6"	75°36'28"	7.50	7.95			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
130	6°11'6"	75°36'28"	10.80	11.25			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
131	6°11'6"	75°36'28"	17.00	17.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
132	6°11'6"	75°36'28"	7.00	7.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
133	6°11'6"	75°36'28"	9.00	9.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
134	6°12'55"	75°36'34"	2.10	2.55	4	5	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
135	6°12'55"	75°36'34"	3.60	4.05	5	18	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
136	6°12'55"	75°36'34"	2.00	2.45	12	17	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
137	6°12'55"	75°36'34"	8.50	8.95	34	67	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
138	6°13'17"	75°36'22"	7.00	7.45	11	15	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
139	6°18'0"	75°38'16"	4.00	4.45	22	21	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
140	6°18'0"	75°38'16"	10.00	10.45	24	20	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
141			3.00	3.45	24	8		Dunitas de Medellín	IC Dunita
142			2.00	2.45					IC Dunita
143	6°12'42"	75°33'3"	11.50	11.95	18	24	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
144	6°12'42"	75°33'3"	16.50	16.95	28	28	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
145	6°12'42"	75°33'3"	10.30	10.75	32	42	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
146	6°12'42"	75°33'0"	5.95	6.40	7	17	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
147	6°12'42"	75°33'0"	9.95	10.40	29	17	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
148	6°12'42"	75°33'0"	15.95	16.40	35	29	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
149	6°12'42"	75°33'0"	21.95	22.40	29	35	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
150	6°12'42"	75°33'0"	19.25	19.70	67	52	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
151	6°12'42"	75°33'0"	23.60	24.05	18		JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
152	6°12'42"	75°33'0"	8.30	8.75	34	44	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
153	6°12'42"	75°33'0"	12.15	12.60	57	62	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
154	6°12'42"	75°33'0"	13.95	14.40	14	13	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
155	6°14'15"	75°31'35"	4.00	4.45	3	7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
156	6°14'29"	75°32'5"	3.50	3.95	7	12	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
157	6°14'29"	75°32'5"	5.50	5.95	7	11	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
158	6°14'29"	75°32'5"	5.00	5.45	12	36	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
159	6°14'29"	75°32'5"	1.80	2.25		7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
160	6°14'29"	75°32'5"	2.25	2.70	9	12	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
161	6°15'32"	75°31'43"	3.00	3.45		7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
162	6°15'32"	75°31'43"	2.00	2.45		5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
163	6°15'32"	75°31'43"	2.00	2.45		6	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
164	6°18'58"	75°33'15"	3.60	4.05	16	33	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
165	6°18'58"	75°33'15"	2.10	2.55	2	6	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
166	6°18'58"	75°33'15"	6.50	6.95	14	11	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
167	6°18'58"	75°33'15"	3.00	3.45	6	5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
168	6°18'58"	75°33'15"	6.75	7.20	11	78	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
169	6°19'3"	75°30'29"	6.00	6.45	6	45	T-Pu3	Dunitas de Medellín	IC Dunita
170	6°19'4"	75°33'16"	4.50	4.95	20	7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
171	6°19'4"	75°33'16"	7.60	8.05	22	5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
172	6°21'1"	75°32'53"	3.05	3.50			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
173	6°21'1"	75°32'53"	8.50	8.95			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
174	6°21'1"	75°32'53"	4.60	5.05			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
175	6°21'1"	75°32'53"	3.85	4.30			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
176	6°15'22"	75°47'21"	6.00	6.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
177	6°15'22"	75°47'21"	5.00	5.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
178	6°15'22"	75°47'21"	4.00	4.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
179	6°15'22"	75°47'21"	7.00	7.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
180	6°15'22"	75°47'21"	4.00	4.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
181	6°8'48"	75°37'35"	1.00	1.45		13	TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
182	6°8'48"	75°37'35"	1.20	1.65			TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
183	6°8'48"	75°37'35"	6.40	6.85			TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
184	7°14'61"	74°51'21"	6.00	6.45	32	36	T-Mmg3		IC Esquisto
185			4.95	5.40	8	9			IC Gabro
186			4.05	4.50	5	4			IC Gabro
187			9.10	9.55	19	24			IC Gabro
188			4.50	4.95	21	14			IC Gabro
189			7.20	7.65	19	16			IC Gabro
190	6°10'54"	75°33'61"	7.20	7.65		38	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
191	6°12'48"	75°33'42"	16.00	16.45	63	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
192	6°12'48"	75°33'42"	9.50	9.95	17	37	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
193	6°13'1"	75°32'40"	8.80	9.25	14	101	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
194	6°13'1"	75°32'40"	11.70	12.15	101	99	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
195	6°13'3"	75°33'14"	2.40	2.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
196	6°13'3"	75°33'14"	6.40	6.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
197	6°13'4"	75°32'59"	4.60	5.05			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
198	6°13'4"	75°33'16"	7.30	7.75		14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
199	6°13'4"	75°33'16"	9.30	9.75	13	25	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
200	6°13'4"	75°33'16"	7.30	7.75	20	18	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
201	6°13'4"	75°33'16"	12.70	13.15	18	14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
202	6°13'4"	75°33'16"	6.95	7.40	17	37	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
203	6°13'4"	75°33'16"	11.95	12.40	30	29	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
204	6°13'4"	75°33'16"	6.20	6.65	14	14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
205	6°13'15"	75°33'35"	2.45	2.90	32	99	KgSD	Gabro San Diego	IC Gabro
206	6°13'22"	75°33'57"	1.80	2.25	10	22	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
207	6°13'26"	75°33'42"	26.60	27.05	97	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
208	6°13'27"	75°34'24"	10.70	11.15			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
209	6°13'27"	75°34'24"	14.20	14.65			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
210	6°13'27"	75°34'24"	16.15	16.60			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
211	6°13'27"	75°32'29"	4.00	4.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
212	6°13'29"	75°34'22"	16.35	16.80	24	104	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
213	6°13'29"	75°34'22"	15.20	15.65	38	58	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
214	6°13'29"	75°34'22"	12.75	13.20	33	57	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
215	6°13'29"	75°34'22"	26.95	27.40	100	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
216	6°13'29"	75°34'22"	13.00	13.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
217	6°13'29"	75°34'22"	11.45	11.90			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
218	6°13'29"	75°34'22"	13.00	13.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
219	6°13'33"	75°34'30"	20.00	20.45	100	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
220	6°13'37"	75°34'16"	13.35	13.80	20	18	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
221	6°13'7"	75°33'20"	4.20	4.65			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
222	6°13'7"	75°33'20"	8.40	8.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
223	6°13'7"	75°33'20"	10.40	10.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
224	6°13'7"	75°33'20"	18.40	18.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
225	6°13'7"	75°33'20"	8.45	8.90			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
226	6°15'40"	75°36'57"	2.45	2.90		39	KdA	Stock de Altavista	IC Gabro
227	6°15'40"	75°36'57"	1.00	1.45		86	KdA	Stock de Altavista	IC Gabro
228	6°17'7"	75°33'61"	0.90	1.35		15	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
229	6°17'7"	75°33'61"	4.50	4.95	30	53	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
230			7.20	7.65	19	13			IC Gneis
231			7.30	7.75	19	28			IC Gneis
232			6.85	7.30	20	17			IC Gneis
233			11.45	11.90	22	24			IC Gneis
234			2.70	3.15	10	10			IC Gneis

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
235			4.95	5.40	20	19			IC Gneis
236			21.00	21.45	52	25			IC Gneis
237			15.40	15.85	27	35			IC Gneis
238			9.00	9.45	27	28			IC Gneis
239			1.50	1.95	4	17			IC Gneis
240			1.80	2.25	29	33			IC Gneis
241			4.50	4.95	33	76			IC Gneis
242			21.00	21.45	20	19			IC Gneis
243			9.00	9.45					IC Gneis
244			6.75	7.20					IC Gneis
245	6°13'26"	75°33'42"	7.50	7.95	16	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
246	6°13'26"	75°33'42"	12.00	12.45	11	12	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
247	6°13'26"	75°33'42"	3.60	4.05	18	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
248	6°13'26"	75°33'42"	7.30	7.75	35	48	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
249	6°13'26"	75°33'42"	10.50	10.95	21	52	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
250	6°13'26"	75°33'42"	11.50	11.95	12	37	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
251	6°13'26"	75°33'42"	4.60	5.05	22	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
252	6°13'26"	75°33'42"	9.25	9.70	18	23	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
253	6°13'26"	75°33'42"	4.50	4.95	25	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
254	6°13'26"	75°33'42"	9.15	9.60	30	31	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
255	6°13'26"	75°33'42"	6.30	6.75	21	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
256	6°13'26"	75°33'42"	5.85	6.30	15	14	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
257	6°15'14"	75°26'10"	12.25	12.70	17	20	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
258	6°15'14"	75°26'10"	14.15	14.60	26	38	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
259	6°20'33"	75°29'48"	5.45	5.90			TRgLC	Gneis de la Ceja	IC Gneis
260	6°21'1"	75°32'53"	6.30	6.75			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
261	6°21'1"	75°32'53"	8.10	8.55			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
262	6°2'38"	75°31'21"	5.35	5.80	13	23	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Gneis
263	6°3'18"	75°30'37"	4.95	5.40	14	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
264	6°3'18"	75°30'37"	6.30	6.75	15	16	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
265	6°3'53"	75°30'11"	1.35	1.80	42	21	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Gneis
266	6°4'43"	75°28'16"	10.45	10.90	7	14	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
267	6°4'43"	75°28'16"	6.45	6.90	8	17	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
268	6°4'43"	75°28'16"	14.00	14.45	14	14	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
269	6°4'43"	75°28'16"	5.45	5.90	14	18	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
270	6°7'49"	75°26'20"	6.45	6.90		7	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
271	6°7'54"	75°26'16"	7.00	7.45		33	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
272	6°8'48"	75°36'46"	4.50	4.95	5	6	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
273	6°8'48"	75°36'46"	26.50	26.95	15	29	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
274	6°8'48"	75°36'46"	19.95	20.40	38	60	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' '']	[° ' '']	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
275	6°8'48"	75°36'46"	7.80	8.25	23	18	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
276	6°8'50"	75°36'50"	10.00	10.45			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
277	6°8'56"	75°33'45"	9.00	9.45			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
278	6°8'56"	75°33'45"	10.60	11.05			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
279	6°8'56"	75°33'45"	4.50	4.95			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
280	6°9'11"	75°34'59"	5.00	5.45	9	19	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
281	6°9'11"	75°34'59"	15.15	15.60	22	22	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
282	6°9'11"	75°34'59"	4.05	4.50	16	22	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
283	6°9'11"	75°34'59"	7.60	8.05	21	12	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
284	6°9'25"	75°35'58"	10.00	10.45	26	52	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
285	6°9'25"	75°35'58"	15.00	15.45	26	26	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
286	6°9'25"	75°35'58"	13.00	13.45	20	20	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
287	6°9'25"	75°35'58"	7.30	7.75	21	13	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
288	6°9'25"	75°35'58"	9.00	9.45	20	17	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
289	6°9'35"	75°31'11"	8.90	9.35	7	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
290	6°9'35"	75°31'11"	13.50	13.95	19	43	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
291	6°9'8"	75°38'17"	3.15	3.60	23	14	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
292	7°2'4"	74°42'52"	1.10	1.55			T-Mmg3		IC Gneis
293	7°2'4"	74°42'52"	12.00	12.45	17	21	T-Mmg3		IC Gneis
294	7°2'4"	74°42'52"	6.00	6.45	32	36	T-Mmg3		IC Gneis
295	7°5'51"	74°44'50"	3.00	3.45	11	11	T-Mbg3		IC Gneis
296	7°5'51"	74°44'50"	1.00	1.45			T-Mbg3		IC Gneis
297	7°5'51"	74°44'50"	1.45	1.90			T-Mbg3		IC Gneis
298			5.00	5.45					IC Granodiorita
299			0.70	1.15				Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
300			9.00	9.45	30	15		Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
301			9.00	9.45	37	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
302			2.00	2.45	7	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
303			3.00	3.45	20	18			IC Granodiorita
304			3.00	3.45					IC Granodiorita
305			2.00	2.45	10	15			IC Granodiorita
306			6.00	6.45	19	30			IC Granodiorita
307			6.00	6.45	17	20			IC Granodiorita
308			1.35	1.80	27	34			IC Granodiorita
309	5°52'54"	75°34'19"	3.00	3.45	13	25	T-Pi	Stock de La Honda	IC Granodiorita
310	6°12'13"	75°36'14"	5.45	5.90	13	14	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
311	6°13'16"	75°36'11"	13.70	14.15	28	18	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
312	6°13'16"	75°36'11"	9.80	10.25	23	21	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
313	6°13'53"	75°24'42"	11.45	11.90			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
314	6°15'0"	75°25'53"	4.50	4.95	18	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
315	6°15'0"	75°25'53"	3.15	3.60	18	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
316	6°15'0"	75°25'53"	10.00	10.45	9	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
317	6°15'0"	75°25'53"	13.45	13.90	46	68	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
318	6°15'0"	75°25'53"	9.10	9.55	17	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
319	6°15'0"	75°25'53"	12.35	12.80	23	31	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
320	6°15'0"	75°25'53"	16.00	16.45	30	73	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
321	6°15'26"	75°18'13"	11.70	12.15		5	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
322	6°15'26"	75°18'13"	6.50	6.95	7	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
323	6°15'29"	75°26'24"	7.65	8.10	13	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
324	6°15'29"	75°26'24"	10.50	10.95	13	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
325	6°17'6"	75°26'58"	6.40	6.85	25	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
326	6°21'5"	75°0'26"	1.00	1.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
327	6°21'5"	75°0'26"	1.00	1.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
328	6°22'37"	75°27'11"	3.60	4.05	15	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
329	6°26'36"	75°5'49"	12.90	13.35	23	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
330	6°26'36"	75°5'49"	12.85	13.30		15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
331	6°31'58"	75°15'7"	6.00	6.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
332	6°31'58"	75°15'7"	6.00	6.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
333	6°31'58"	75°15'7"	4.50	4.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
334	6°31'58"	75°15'7"	3.00	3.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
335	6°31'58"	75°15'7"	7.00	7.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
336	6°31'58"	75°15'7"	4.20	4.65			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
337	6°45'54"	75°23'14"	10.00	10.45	50	70	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
338	6°45'54"	75°23'14"	11.00	11.45	26	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
339	6°45'54"	75°23'14"	3.00	3.45	6	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
340	6°45'54"	75°23'14"	5.00	5.45	13	24	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
341	6°45'54"	75°23'14"	8.00	8.45	15	19	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
342	6°45'54"	75°23'14"	8.00	8.45	4	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
343	6°45'54"	75°23'14"	5.00	5.45	8	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
344	6°45'54"	75°23'14"	12.00	12.45	26	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
345	6°45'54"	75°23'14"	10.00	10.45	26	33	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
346	6°46'22"	75°18'41"	0.70	1.15			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
347	6°46'22"	75°18'41"	1.90	2.35			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
348	6°46'22"	75°18'41"	0.70	1.15			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
349	6°46'22"	75°18'41"	1.30	1.75			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
350	6°46'22"	75°18'41"	12.00	12.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
351	6°4'64"	75°22'63"	7.30	7.75	7	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
352	6°46'43"	75°14'38"	3.50	3.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
353	6°46'43"	75°14'38"	10.00	10.45	27	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
354	6°46'43"	75°14'38"	6.00	6.45	10	45	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
355	6°46'56"	75°19'28"	52.10	52.55			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
356	6°48'25"	75°14'24"	4.50	4.95	8	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
357	6°7'16"	75°25'15"	5.00	5.45		14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
358	6°7'16"	75°25'15"	8.00	8.45	16	19	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
359	6°8'11"	75°22'48"	13.95	14.40	22	22	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
360	6°8'11"	75°22'48"	21.45	21.90	28	100	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
361	6°8'11"	75°22'48"	12.95	13.40	19	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
362	6°8'11"	75°22'48"	13.25	13.70	24		K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
363	6°8'38"	75°22'33"	4.45	4.90	15	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
364	6°8'38"	75°22'33"	13.30	13.75	7	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
365	6°8'38"	75°22'33"	19.30	19.75	16	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
366	6°8'38"	75°22'33"	18.00	18.45	28	30	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
367	6°8'38"	75°22'33"	17.30	17.75	23	33	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
368	6°8'38"	75°22'33"	4.45	4.90	13	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
369	6°8'39"	75°22'37"	4.60	5.05	4	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
370	6°8'39"	75°22'37"	6.40	6.85	14	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
371	6°9'16"	75°21'44"	7.00	7.45	14	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
372	6°9'17"	75°24'56"	7.00	7.45	4	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
373	6°9'17"	75°24'56"	2.45	2.90	6	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
374	6°9'17"	75°24'56"	14.00	14.45	20	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
375	6°9'17"	75°24'56"	9.45	9.90	16	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
376	6°9'17"	75°24'56"	14.00	14.45	30	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
377	6°9'26"	75°21'6"	4.35	4.80	17	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
378	6°9'37"	75°24'50"	6.45	6.90	14	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
379	6°9'37"	75°24'50"	12.45	12.90	41	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
380	6°9'37"	75°24'50"	7.00	7.45	6	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
381	6°9'37"	75°24'50"	11.00	11.45	17	22	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
382	6°9'37"	75°24'50"	12.00	12.45	30	37	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
383	6°9'5"	75°23'53"	11.00	11.45	15	45	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
384	6°9'5"	75°23'53"	7.45	7.90	7	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
385	6°9'5"	75°23'53"	7.90	8.35	17	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
386	6°9'5"	75°23'53"	9.80	10.25	19	28	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
387	6°9'5"	75°23'53"	15.60	16.05	45	52	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
388	6°9'5"	75°23'53"	9.80	10.25	44	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
389	6°9'5"	75°23'53"	10.00	10.45	28	36	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
390	6°9'5"	75°23'53"	14.50	14.95	39	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
391	6°9'53"	75°21'32"	10.30	10.75	12	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
392	6°9'53"	75°21'32"	15.30	15.75	14	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
393	6°9'53"	75°21'32"	20.30	20.75	15	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
394	6°9'53"	75°21'32"	27.30	27.75	23	24	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
395	6°9'53"	75°21'32"	16.30	16.75	14	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
396	6°9'53"	75°21'32"	25.30	25.75	15	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
397	6°9'53"	75°21'32"	10.45	10.90	14	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
398	6°9'53"	75°21'32"	22.45	22.90	17	28	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
399	6°9'53"	75°21'32"	28.00	28.45	45	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
400	6°9'53"	75°21'32"	14.00	14.45	13	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
401	6°9'53"	75°21'32"	20.45	20.90	27	29	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
402	6°9'58"	75°22'7"	22.00	22.45	28	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
403	6°10'0"	75°22'8"	5.45	5.90	15	18	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
404	6°10'0"	75°22'8"	11.25	11.70	25	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
405	6°10'0"	75°22'8"	6.90	7.35	13	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
406	6°10'2"	75°21'63"	4.00	4.45	13	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
407	6°8'50"	75°36'50"	17.00	17.45			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Granofels
408	6°8'50"	75°36'50"	23.50	23.95			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Granofels
409	6°9'25"	75°35'58"	9.00	9.45	12	10	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Granofels
410	6°3'57"	75°30'6"	7.50	7.95	14	51	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
411	6°9'20"	75°36'19"	2.40	2.85			NQFII /// TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
412	6°9'20"	75°36'19"	6.20	6.65			NQFII /// TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
413	6°9'20"	75°36'19"	9.40	9.85			NQFII /// TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
414	6°9'20"	75°36'19"	9.40	9.85			NQFII /// TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
415	5°54'16"	74°51'13"	1.35	1.80	2	6	T-Mm		IC marmol
416	5°54'16"	74°51'13"	7.80	8.25	8	52	T-Mm		IC marmol
417	6°19'7"	75°34'17"	2.20	2.65			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Metabasitas
418	6°19'7"	75°34'17"	2.20	2.65			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Metabasitas
419			9.00	9.45	23	19		Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
420			6.00	6.45		29		Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
421	6°12'49"	75°32'53"	8.50	8.95	18	95	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
422	6°12'49"	75°32'53"	5.00	5.45		57	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
423	6°12'49"	75°32'53"	8.50	8.95	46	52	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
424	6°12'49"	75°32'53"	10.45	10.90	52	66	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
425	6°12'50"	75°32'53"	15.40	15.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
426	6°12'50"	75°32'53"	17.40	17.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
427	6°12'50"	75°32'53"	20.40	20.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
428	6°12'50"	75°32'53"	21.40	21.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
429	6°2'40"	75°31'21"	5.35	5.80	8	14	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
430	6°6'46"	75°26'49"	5.45	5.90	7	7	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
431	6°6'46"	75°26'49"	10.00	10.45		28	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
432	6°7'16"	75°25'15"	6.00	6.45		40	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
433	6°7'30"	75°31'47"	3.30	3.75	17	19	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
434	6°8'37"	75°35'62"	10.00	10.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita



DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
435	6°9'18"	75°36'18"	11.25	11.70	16	15	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
436	6°9'18"	75°36'18"	18.05	18.50	21	20	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
437	6°9'18"	75°36'18"	9.80	10.25	13	21	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
438	6°9'18"	75°36'18"	15.60	16.05	16	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
439	6°9'19"	75°36'20"	4.00	4.45	15	12	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
440	6°9'19"	75°36'20"	10.80	11.25	13	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
441	6°9'19"	75°36'20"	19.50	19.95	52	53	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
442	6°9'19"	75°36'20"	10.45	10.90	14	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
443	6°9'19"	75°36'20"	6.90	7.35	17	17	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
444	6°9'19"	75°36'20"	6.90	7.35	12	13	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
445	6°9'21"	75°36'20"	5.20	5.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
446	6°9'21"	75°36'20"	5.20	5.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
447	6°9'28"	75°33'9"	3.50	3.95			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
448	6°9'28"	75°33'9"	6.50	6.95	15	23	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
449	6°9'38"	75°34'41"	25.00	25.45	28	35	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
450	6°9'38"	75°34'41"	17.00	17.45	28	41	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
451	6°9'38"	75°34'41"	15.20	15.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
452	6°9'38"	75°34'41"	6.40	6.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
453	6°9'38"	75°34'41"	26.40	26.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
454	6°9'38"	75°34'41"	10.00	10.45	26	21	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
455	6°9'38"	75°34'41"	16.45	16.90	28	37	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
456	6°9'38"	75°34'41"	23.00	23.45	22	37	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
457	6°9'38"	75°34'41"	8.45	8.90	18	13	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
458	6°9'45"	75°34'18"	13.70	14.15	54	59	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
459	6°9'45"	75°34'18"	5.45	5.90	15	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
460	6°9'45"	75°34'18"	12.70	13.15	89	100	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
461	6°9'45"	75°34'18"	9.80	10.25	28	25	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
462	6°9'45"	75°34'18"	6.90	7.35	12	17	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
463	6°9'49"	75°34'24"	2.00	2.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
464	6°9'49"	75°34'24"	10.00	10.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
465	6°9'49"	75°34'24"	16.00	16.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
466	6°9'7"	75°36'30"	16.00	16.45	27	34	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
467	6°9'7"	75°36'30"	7.00	7.45	9	28	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
468	6°9'7"	75°36'30"	11.45	11.90	25	30	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
469	6°9'7"	75°36'30"	8.55	9.00	19	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
470			3.45	3.90	5	17			Qal f
471			6.60	7.05	6	6			Qal f
472			4.00	4.45	4	20			Qal f
473	6°15'0"	75°25'53"	2.25	2.70	19	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	Qal f
474	6°15'38"	75°35'4"	1.85	2.30			Qal		Qal f

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
475	6°15'38"	75°35'4"	5.00	5.45			Qal		Qal f
476	6°15'38"	75°35'4"	4.50	4.95			Qal		Qal f
477	6°15'48"	75°35'15"	3.00	3.45	10	6	Qal	Depósitos aluviales	Qal f
478	6°15'48"	75°35'15"	2.70	3.15	13	60	Qal	Depósitos aluviales	Qal f
479	6°19'34"	75°33'39"	10.45	10.90	28	38	Qal	Depósitos aluviales Río Medellín	Qal f
480	6°19'34"	75°33'39"	16.45	16.90	32	43	Qal	Depósitos aluviales Río Medellín	Qal f
481	6°3'53"	75°30'11"	1.80	2.25	4	44	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	Qal f
482	6°9'15"	75°32'29"	1.80	2.25	6	6	Q-ca		Qal f
483	6°18'58"	75°33'15"	12.00	12.45	4	9	Qal	Depósitos Aluviales	Qal f (Río Medellín)
484			6.00	6.45	95	26			Qal f IC
485			3.00	3.45	3	2			Qal f IC
486			1.50	1.95	6	2			Qal f IC
487			1.80	2.25	4	4			Qal f IC
488	6°11'6"	75°36'28"	2.25	2.70	18	15	KdA	Stock de Altavista	Qal f IC
489	6°9'15"	75°32'29"	2.70	3.15	3	6	Q-ca		Qal f IC
490	6°9'15"	75°32'29"	2.30	2.75	3	5	Q-ca		Qal f IC
491	6°16'10"	75°35'53"	10.50	10.95	22	19	Qal	Depósitos aluviales	Qal f-m
492	6°16'10"	75°35'53"	3.00	3.45	10	14	Qal	Depósitos aluviales	Qal f-m
493			1.50	1.95	8	12			Qal f-m (Río Medellín)
494			3.15	3.60	16				Qal f-m (Río Medellín)
495			4.20	4.65	4	9			Qal m
496	6°16'10"	75°35'53"	13.55	14.00	23	17	Qal	Depósitos aluviales	Qal m
497	6°16'10"	75°35'53"	19.55	20.00	7	4	Qal	Depósitos aluviales	Qal m
498	6°9'43"	75°36'21"	5.00	5.45	9	24	Qal	Depósitos aluviales	Qal m
499	6°12'41"	75°33'11"	7.95	8.40	19	17	Qat	Depósitos Aluviotorrenciales	Qal m IC
500	6°3'57"	75°30'6"	1.80	2.25	23	11	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	Qal m IC
501	6°9'15"	75°32'29"	2.25	2.70	40	25	Q-ca		Qal m IC
502	6°9'43"	75°36'21"	3.00	3.45	2	4	Qal	Depósitos aluviales	Qal m-f
503	6°10'47"	75°38'11"	1.50	1.95	57	67	Qat	Depósitos Aluviotorrenciales	Qal m-g
504	6°15'48"	75°35'15"	5.05	5.50	7	24	Qal	Depósitos aluviales	Qal m-g
505	5°54'16"	74°51'13"	7.65	8.10	8	15	T-Mm		Qdv
506	5°54'16"	74°51'13"	3.15	3.60	16	-	T-Mm		Qdv
507	5°55'49"	75°40'45"	4.05	4.50	18	13	n6n7-VCC	Formación Combia	Qdv
508	5°55'49"	75°40'45"	6.30	6.75	30	23	n6n7-VCC	Formación Combia	Qdv
509	6°1'4"	75°46'6"	5.40	5.85	29	25	E3-Sc	Formación Amagá	Qdv
510	6°16'10"	75°35'53"	4.50	4.95	10	10	Qal	Depósitos aluviales	Qesorrentia
511			2.25	2.70	35	29			QF IB (OCC)
512			2.00	2.45	33	13			QF IB (OCC)

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
513			4.05	4.50	14	13			QF IB (OCC)
514	6°10'47"	75°38'11"	6.45	6.90	14	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
515	6°10'47"	75°38'11"	4.00	4.45	16	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
516	6°10'47"	75°38'11"	2.25	2.70	14	28	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
517	6°17'6"	75°36'44"	4.00	4.45	16	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
518			3.60	4.05	12	13			QF IB (Oriental)
519			1.80	2.25	24	25			QF IB (Oriental)
520			2.70	3.15	15	5			QF IB (Oriental)
521			5.10	5.55	11	36			QF IB (Oriental)
522			3.00	3.45	24	22			QF IC (OCC)
523			1.35	1.80	37	17			QF IC (OCC)
524			3.80	4.25	16	25			QF IC (OCC)
525			13.95	14.40	12	12			QF IC (OCC)
526			18.45	18.90	29	28			QF IC (OCC)
527			7.00	7.45	20	100			QF IC (OCC)
528			4.05	4.50	8	10			QF IC (OCC)
529			1.95	2.40	10	24			QF IC (OCC)
530			4.50	4.95	28	16			QF IC (OCC)
531			3.00	3.45	14	13			QF IC (OCC)
532			9.00	9.45	36	43			QF IC (OCC)
533			1.35	1.80	15	14			QF IC (OCC)
534	5°52'54"	75°34'19"	6.00	6.45	23	30	T-Pi	Stock de La Honda	QF IC (OCC)
535	6°10'21"	75°36'35"	3.80	4.25	6	62	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
536	6°10'21"	75°36'35"	2.00	2.45	4	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
537	6°10'9"	75°37'53"	6.45	6.90	37	60	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
538	6°10'9"	75°37'53"	11.45	11.90	28	35	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
539	6°10'9"	75°37'53"	7.00	7.45	23	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
540	6°13'17"	75°36'22"	6.00	6.45	16	35	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
541	6°13'17"	75°36'22"	5.00	5.45	10	24	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
542	6°14'34"	75°35'55"	10.00	10.45	28	52	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
543	6°14'34"	75°35'55"	15.70	16.15	52	50	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
544	6°16'31"	75°35'11"	5.45	5.90	12	14	NQFII		QF IC (Occ)
545	6°16'31"	75°35'11"	3.50	3.95	30	43	NQFII		QF IC (Occ)
546	6°16'38"	75°35'9"	4.00	4.45	17	15	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
547	6°16'38"	75°35'9"	9.35	9.80	18	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
548	6°16'38"	75°35'9"	4.15	4.60	9	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
549	6°16'38"	75°35'9"	9.24	9.69	30	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
550	6°16'46"	75°35'55"	1.80	2.25	20	19	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
551	6°16'46"	75°35'55"	4.00	4.45	7	8	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
552	6°16'56"	75°36'47"	10.55	11.00	25	37	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)

DATO	N' [° ' " ]	O' [° ' " ]	Z <sub>0</sub> [m]	Z <sub>F</sub> [m]	N <sub>STP</sub> ↑ [Golpes]	N <sub>STP</sub> ↓ [Golpes]	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
553	6°16'56"	75°36'47"	3.60	4.05	63	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
554	6°16'56"	75°36'47"	1.50	1.95	19	23	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
555	6°16'56"	75°36'47"	5.10	5.55	21	54	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
556	6°17'26"	75°30'37"	4.00	4.45	11	24	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
557	6°17'26"	75°30'37"	7.00	7.45	18	40	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
558	6°17'26"	75°30'37"	8.00	8.45	18	42	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
559	6°17'6"	75°36'44"	12.00	12.45	20	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
560	6°17'6"	75°36'44"	4.10	4.55	26	17	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
561	6°17'6"	75°36'44"	2.25	2.70	9	52	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
562	6°17'6"	75°36'44"	4.05	4.50	17	26	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
563	6°18'53"	75°35'22"	4.00	4.45		20	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
564	6°18'53"	75°35'22"	3.00	3.45	6	8	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
565	6°18'53"	75°35'22"	7.00	7.45		22	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
566	6°19'34"	75°33'39"	17.95	18.40	92	47	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
567	6°19'34"	75°33'39"	16.45	16.90	28	58	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
568	6°19'38"	75°33'40"	4.00	4.45	4	14	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
569	6°19'38"	75°33'40"	11.45	11.90	31	27	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
570	6°19'38"	75°33'40"	16.00	16.45	59	86	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
571	6°19'6"	75°34'19"	3.45	3.90	24	28	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
572	6°19'6"	75°34'19"	4.45	4.90	35	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
573	6°19'6"	75°34'19"	10.00	10.45	30	68	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
574	6°20'27"	75°32'25"	9.70	10.15	24	11	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
575	6°20'27"	75°32'25"	13.90	14.35	35	37	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
576	6°21'1"	75°32'53"	4.50	4.95	10	13	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	QF IC (OCC)
577	6°21'1"	75°32'26"	8.00	8.45	9	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Occ)
578	6°7'30"	75°38'9"	5.45	5.90	17	13	Nfprel		QF IC (Occ)
579	6°7'30"	75°38'9"	10.00	10.45	25	24	Nfprel		QF IC (Occ)
580	6°7'30"	75°38'9"	4.00	4.45	15	17	Nfprel		QF IC (Occ)
581	6°7'30"	75°38'9"	8.45	8.90	47	40	Nfprel		QF IC (Occ)
582	6°9'42"	75°39'1"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
583	6°9'54"	75°38'27"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
584	6°9'54"	75°38'27"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
585	6°9'54"	75°38'27"	12.30	12.75	80	79	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
586	6°9'54"	75°38'27"	4.00	4.45	13	95	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
587	6°9'54"	75°38'27"	6.00	6.45	25	17	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
588			2.50	2.95	24	24			QF IC (Oriental)
589			3.15	3.60	19	17			QF IC (Oriental)
590			4.00	4.45	15	12			QF IC (Oriental)
591			6.00	6.45	13	23			QF IC (Oriental)
592			9.00	9.45	7	9			QF IC (Oriental)

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
593			4.50	4.95	13	14			QF IC (Oriental)
594			1.80	2.25	23	5			QF IC (Oriental)
595			2.25	2.70	17	15			QF IC (Oriental)
596			1.50	1.95	3	55			QF IC (Oriental)
597			9.00	9.45	7	11			QF IC (Oriental)
598			3.00	3.45	10	25			QF IC (Oriental)
599	6°10'17"	75°32'63"	2.50	2.95	3	13	Qfa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
600	6°10'54"	75°34'1"	5.40	5.85	16	16	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
601	6°10'54"	75°34'1"	2.70	3.15	14	14	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
602	6°10'54"	75°34'1"	4.00	4.45	16	18	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
603	6°10'6"	75°33'39"	14.00	14.45	18	29	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
604	6°10'6"	75°33'39"	22.45	22.90	70	18	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
605	6°10'6"	75°33'39"	13.00	13.45	30	45	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
606	6°10'6"	75°33'39"	7.45	7.90	18	29	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
607	6°10'6"	75°33'39"	10.00	10.45	37	58	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
608	6°11'15"	75°32'51"	4.05	4.50	9	10	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
609	6°11'15"	75°34'5"	5.50	5.95			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
610	6°11'21"	75°34'46"	2.45	2.90		13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
611	6°11'21"	75°34'46"	5.45	5.90	15	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
612	6°11'25"	75°34'33"	5.00	5.45	14	27	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
613	6°11'34"	75°34'48"	4.05	4.50	15	6	QFIV	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
614	6°11'37"	75°34'22"	9.00	9.45			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
615	6°11'37"	75°34'22"	7.50	7.95			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
616	6°11'37"	75°34'22"	4.95	5.40			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
617	6°11'41"	75°30'52"	2.70	3.15	7	6	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
618	6°11'42"	75°33'32"	9.10	9.55	15	5	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
619	6°11'51"	75°33'37"	3.40	3.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
620	6°11'51"	75°33'37"	4.40	4.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
621	6°11'51"	75°33'37"	8.40	8.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
622	6°11'51"	75°33'37"	12.20	12.65			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
623	6°12'34"	75°32'44"	3.50	3.95	10	14	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
624	6°12'34"	75°32'44"	5.50	5.95	15	15	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
625	6°12'35"	75°32'33"	4.60	5.05		69	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
626	6°12'35"	75°33'4"	2.20	2.65			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
627	6°12'35"	75°33'4"	3.40	3.85			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
628	6°12'36"	75°34'13"	2.45	2.90	10	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
629	6°12'36"	75°34'13"	5.55	6.00	45	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
630	6°12'36"	75°34'13"	11.45	11.90	45	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
631	6°12'37"	75°34'30"	7.05	7.50	22	26	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
632	6°12'37"	75°34'30"	11.85	12.30	32	46	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)

DATO	N' [° ' '' ]	O' [° ' '' ]	Z <sub>0</sub> [m]	Z <sub>F</sub> [m]	N <sub>STP</sub> ↑ [Golpes]	N <sub>STP</sub> ↓ [Golpes]	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
633	6°12'37"	75°34'30"	16.45	16.90	64	89	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
634	6°12'39"	75°32'47"	3.00	3.45	10	17	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
635	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	55	100	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
636	6°12'41"	75°34'3"	5.50	5.95	11	30	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
637	6°12'41"	75°34'3"	8.50	8.95	6	4	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
638	6°12'41"	75°34'3"	7.00	7.45	13	16	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
639	6°12'50"	75°34'13"	4.00	4.45	32	50	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
640	6°12'50"	75°34'13"	13.00	13.45	17	101	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
641	6°12'50"	75°34'13"	7.00	7.45	28	20	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
642	6°12'50"	75°34'13"	15.90	16.35	50	55	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
643	6°12'50"	75°34'13"	20.00	20.45	72	28	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
644	6°12'50"	75°34'13"	19.20	19.65	28	43	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
645	6°12'50"	75°34'13"	14.45	14.90	22	28	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
646	6°12'50"	75°34'13"	21.45	21.90	43	61	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
647	6°12'50"	75°34'13"	29.15	29.60	100	100	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
648	6°12'50"	75°34'13"	33.00	33.45			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
649	6°12'53"	75°33'52"	10.60	11.05	23	20	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
650	6°12'53"	75°33'52"	10.50	10.95	100	100	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
651	6°12'54"	75°33'59"	3.00	3.45	14	10	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
652	6°12'54"	75°33'59"	4.50	4.95	14	12	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
653	6°12'54"	75°33'59"	13.10	13.55	23	26	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
654	6°14'24"	75°32'56"	6.40	6.85	21	24	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
655	6°14'24"	75°32'56"	10.50	10.95	12	11	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
656	6°14'24"	75°32'56"	1.50	1.95	5	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
657	6°14'29"	75°32'5"	2.55	3.00	2	31	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
658	6°14'29"	75°32'5"	3.00	3.45			QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
659	6°14'29"	75°32'5"	3.00	3.45		22	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
660	6°14'29"	75°32'5"	1.80	2.25	8	8	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
661	6°14'29"	75°32'5"	8.80	9.25	20		QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
662	6°14'29"	75°32'5"	8.00	8.45	19	44	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
663	6°15'32"	75°31'43"	7.20	7.65	12	11	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
664	6°15'32"	75°31'43"	6.80	7.25	21	37	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
665	6°19'3"	75°30'29"	3.00	3.45	2	38	Qd	Depósitos de deslizamiento	QF IC (Oriental)
666	6°20'2"	75°32'24"	12.45	12.90			QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
667	6°22'25"	75°26'62"	5.45	5.90	32	17	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
668	6°22'25"	75°26'62"	3.50	3.95	56	54	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
669	6°22'25"	75°26'62"	7.50	7.95	17	23	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
670	6°22'25"	75°26'62"	6.50	6.95	17	24	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
671	6°8'56"	75°33'45"	4.50	4.95			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	QF IC (Oriental)
672	6°9'25"	75°34'41"	7.00	7.45	5	18	Qd		QF IC (Oriental)

DATO	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
673	6°9'25"	75°34'41"	8.45	8.90	7	28	Qd		QF IC (Oriental)
674	6°9'26"	75°34'6"	5.45	5.90			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
675	6°9'33"	75°33'26"	1.20	1.65			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
676	6°9'49"	75°33'33"	6.00	6.45	31	18	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
677	6°9'49"	75°33'33"	16.45	16.90	18	27	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
678	6°10'2"	75°34'24"	0.00	0.45			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
679	6°9'7"	75°36'30"	5.50	5.95	6	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
680	6°9'7"	75°36'30"	8.45	8.90	14	37	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
681	6°9'7"	75°36'30"	2.55	3.00	7	14	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
682	6°11'34"	75°34'48"	17.20	17.65	95	100	QFIV	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF OX (Oriental)
683			0.45	0.90	13	16			QLL
684			3.15	3.60	7	6			QLL
685			0.60	1.05		6			QLL
686			7.20	7.65	8	24			QLL
687			3.15	3.60	4	12			QLL
688			1.80	2.25	9	10			QLL
689			4.05	4.50	11	14			QLL
690	6°12'55"	75°36'34"	2.50	2.95	4	4	KdA	Stock de Altavista	QLL
691	6°13'26"	75°33'42"	2.35	2.80	2	6	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	QLL
692	6°16'6"	75°35'14"	2.70	3.15	9	18	JKmbP	Metabasitas del Picacho	QLL
693	6°18'58"	75°33'15"	6.40	6.85	9	7	Qal	Depósitos Aluviales	QLL
694	6°18'58"	75°33'15"	1.80	2.25	13	6	Qal	Depósitos Aluviales	QLL
695	6°21'1"	75°32'26"	6.70	7.15	24	26	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QLL
696	6°32'37"	75°37'8"	1.00	1.45			K1-Mmg	Anfibolitas de Medellín	QLL
697	6°9'11"	75°34'59"	6.80	7.25	8	10	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	QLL
698	6°9'11"	75°34'59"	6.80	7.25	8	10	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	QLL
699			6.30	6.75	9	5			QLL Macrocaolinita
700			4.50	4.95	2	2			QLL Macrocaolinita
701			9.00	9.45	13	18			QLL Macrocaolinita
702			5.85	6.30	6	4			QLL Macrocaolinita

**Tabla 8-2. Base de datos general. Humedad (%W), límites (LL, LP), granulometría (G, S, F), clasificación USCS, peso específico ( $\gamma_H$ ), relación de vacíos (e), porosidad (n) y saturación (%S)**

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m³]	[1]	[1]	[%]	[%]
1	Ceniza Volcánica	61	58	43	15	0	26	74	MH	17.4				
2	IB Anfíbolita	19	37	31	6	0	31	69	ML	19.9	2.77	0.66	40	80
3	IB Anfíbolita	90	99	59	40	0	17	83	MH	13.8	2.61	2.61	72	90
4	IB Anfíbolita	42	71	43	28	1	3	96	MH	17.1		1.17		95

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
5	IB Anfibolita	31	75	43	32	0	4	96	MH	16.8		1.28		98
6	IB Anfibolita	39	59	45	13	0	14	86	MH	16.7				
7	IB Aplita	31	56	37	19	0	11	89	MH	18.6				
8	IB Basalto	59	49	30	19	0	24	76	ML	16.7	2.70	1.52		100
9	IB Brecha Volcánica	42	58	40	18	22	6	72	MH	17.3		1.13		98
10	IB Brecha Volcánica	45	80	43	37	1	1	98	MH	16.6		1.29		93
11	IB Cuarzodiorita	32	47	38	9	0	42	58	ML	17.7				
12	IB Diorita	30	29	24	5	0	22	78	ML	17.9		0.89		89
13	IB Dunita	73	111	56	55	3	9	89	MH	15.7				
14	IB Dunita	44	66	46	20	6	47	47	SM	16.0	2.88	1.59	61	80
15	IB Dunita	58	68	52	16	3	45	52	MH	16.8	2.78	1.62	62	99
16	IB Dunita	40	77	42	35	9	53	38	SM	17.6	2.78	1.20	55	92
17	IB Dunita	47	57	52	5	3	7	90	MH	17.3	3.31	1.75		89
18	IB Dunita	43	56	54	2	0	16	84	ML	15.9	3.30	1.92		74
19	IB Dunita	65	90	71	19	0	3	97	MH	15.2		1.84		95
20	IB Dunita	62	68	48	20	1	10	90	MH	15.1		1.80		92
21	IB Esquistos	33	60	41	19	4	18	78	MH	17.8	2.69	0.97		92
22	IB Gabro	45	83	43	40	1	12	87	MH	17.4	2.83	1.35	57	93
23	IB Gabro	33	63	40	23	0	5	95	MH	17.3	2.77	1.13	53	81
24	IB Gabro	36	56	37	19	2	26	72	MH	16.4	2.79	1.30	57	76
25	IB Gabro	43	64	36	28	0	9	91	MH	16.5	2.76	1.39	58	86
26	IB Gabro	27	56	37	19	0	10	90	MH	15.7	2.77	1.24	55	59
27	IB Gneis	35	62	42	19	0	11	89	MH	15.6				
28	IB Gneis	35	47	25	22	0	22	78	CL	18.8	2.66	0.88		100
29	IB Gneis	47	48	30	18	0	49	51	ML	17.3	2.60	1.16		100
30	IB Gneis	27	49	29	20	4	38	58	ML	19.2				
31	IB Gneis	59	91	52	39	1	20	79	MH	14.7				
32	IB Gneis	30	158	115	43	0	3	97	MH	11.8				
33	IB Gneis	17	69	43	26	0	11	89	MH	12.7				
34	IB Granodiorita	25	44	29	15	0	45	55	ML	18.5	2.68	0.63		65
35	IB Granodiorita	16	39	27	12	0	54	46	SC-SM	18.0	2.64	0.67		62
36	IB Granodiorita	33	59	36	23	0	10	90	MH	18.1	2.78	1.05	51	89
37	IB Granodiorita	35	56	38	18	0	19	81	MH	18.4	2.82	1.07	52	91
38	IB Granodiorita	32	52	36	16	0	12	88	MH	18.7	2.76	0.95	49	93
39	IB Granodiorita	25	47	35	12	0	10	90	ML	17.6		0.85		79
40	IB Granodiorita	48	45	35	10	1	54	45	SM	15.9		1.41		89
41	IB Granodiorita	28	54	33	21	0	48	52	MH	18.6	2.61	0.76		96
42	IB Granodiorita	26	41	23	18	0	44	57	CL	18.8	2.59	0.72		96
43	IB Granodiorita	29	48	31	17	7	36	57	ML	18.5	2.63	0.80		95
44	IB Granodiorita	46	47	43	4	4	75	21	SM	16.2	2.82	1.54	61	83



DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
45	IB Granodiorita	44	41	32	9	0	67	33	SM	17.0	2.87	1.44	59	88
46	IB Granulita	12	31	22	9	49	37	13	GC	19.8				58
47	IB Migmatita	126	33	30	3	2	63	35	SM	12.8	2.49	3.39	77	92
48	IB Migmatita	41	61	44	17	0	9	91	MH	16.6	2.91	1.46	59	81
49	IB Migmatita	34	52	37	15	0	18	82	MH	17.3	2.87	1.23	55	80
50	IC Aglomerado	44	40	38	1	0	21	79	ML	17.7				
51	IC Aglomerado	35	42	34	8	3	34	63	ML	17.7				
52	IC Andesita	42	68	51	17	0	7	93	MH	16.4				
53	IC Anfíbolita	26	52	31	21	0	22	78	MH	18.8	2.74	0.80		87
54	IC Anfíbolita	47	42	29	13	2	20	78	ML	17.2	2.64	1.19		97
55	IC Anfíbolita	21	23	19	4	4	56	40	SM	20.7		0.47		97
56	IC Anfíbolita	23	21	16	5	6	43	51	CL-ML	20.3		0.57		107
57	IC Anfíbolita	75	78	61	17	0	4	96	MH	15.7				
58	IC Anfíbolita	22	29	19	10	0	34	67	CL	19.9		0.59		89
59	IC Anfíbolita	30	44	36	7	6	24	70	ML	17.4				
60	IC Anfíbolita	25	43	34	9	0	32	68	ML	18.6	2.75	0.86	46	82
61	IC Anfíbolita	34	48	34	13	0	40	60	ML	18.5	2.81	1.04	51	93
62	IC Anfíbolita	56	71	52	19	3	44	53	MH	15.7	2.78	1.75	64	88
63	IC Anfíbolita	61	70	50	20	1	13	86	MH	15.9	3.37	2.40	71	85
64	IC Anfíbolita	52	73	41	32	0	7	93	MH	16.5		1.39		99
65	IC Anfíbolita	18	48	31	17	5	23	72	ML	18.2				97
66	IC Anfíbolita	49	62	51	11	28	10	62	MH	16.4				93
67	IC Anfíbolita	43	41	34	7	2	16	83	ML	17.5				98
68	IC Anfíbolita	30	51	36	15	9	17	74	MH	19.1				98
69	IC Anfíbolita	17				1	38	61	CL	15.2				
70	IC Anfíbolita	21	49	15	34	52	16	32	SM	20.7				
71	IC Anfíbolita	49	40	28	12	1	16	83	ML	17.3		1.04		92
72	IC Anfíbolita	35	54	24	30	9	23	68	CH	17.6	3.05	1.34	57	81
73	IC Anfíbolita	41	52	38	14	0	15	85	MH	17.2	2.88	1.35	57	86
74	IC Anfíbolita	26	62	21	41	4	15	81	CH	20.2	2.92	0.82	45	92
75	IC Anfíbolita	15	33			1	77	22	SM	18.4	2.84	0.78	44	54
76	IC Anfíbolita	35	48	39	8	1	67	32	SM	17.6	2.82	1.17	54	85
77	IC Anfíbolita	28	34	25	9	0	48	52	ML	19.4	2.78	0.83	45	94
78	IC Anfíbolita	41	53	30	23	0	27	73	MH	16.9	2.88	1.41	58	84
79	IC Anfíbolita	19	37	31	6	0	54	46	SM	17.6	2.89	0.96	49	58
80	IC Anfíbolita	24	39	23	16	0	31	69	CL	19.1	2.84	0.84	46	81
81	IC Anfíbolita	24	43	30	13	0	45	55	ML	19.2	2.71	0.75	43	87
82	IC Anfíbolita	37	50	37	12	0	48	52	ML	18.0	2.78	1.12	53	92
83	IC Anfíbolita	29	53	33	21	0	44	56	MH	19.3	2.77	0.85	46	95
84	IC Anfíbolita	35	46	30	16	0	45	55	ML	17.1	2.86	1.27	56	80

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
85	IC Anfíbolita	26	49	40	9	0	56	44	SM	18.5	2.84	0.94	49	79
86	IC Anfíbolita	35	44	31	13	1	31	68	ML	18.5	3.01	1.19	54	89
87	IC Anfíbolita	22	36	29	7	0	27	73	ML	19.2	2.93	0.87	46	76
88	IC Anfíbolita	22	33	29	4	0	30	70	ML	18.5	3.00	0.98	49	67
89	IC Anfíbolita	33	36	29	7	3	38	59	ML	19.3	2.95	1.05	51	95
90	IC Anfíbolita	27	45	38	7	0	20	80	ML	18.2	2.63	0.83	44	70
91	IC Anfíbolita	33	91	35	56	0	44	56	ML	16.5	2.61	1.12	52	79
92	IC Anfíbolita	35	63	45	18	0	75	25	SM	18.1	2.67	1.00	50	94
93	IC Anfíbolita	35	55	41	14	0	84	16	SM	18.4	2.60	0.91	48	101
94	IC Anfíbolita	33								18.1	2.68	0.97	49	90
95	IC Anfíbolita	36	55	37	18	0	55	45	SM	17.8	2.71	1.07	52	92
96	IC Anfíbolita	41	56	37	19	1	13	86	MH	17.0	2.74	1.23		90
97	IC Anfíbolita	33	51	33	18	2	27	71	MH	17.7	2.81	1.07		87
98	IC Anfíbolita	38	46	33	13	1	53	46	SM	17.2	2.72	1.14		91
99	IC Anfíbolita	27	34	23	11	1	73	26	SC-SM	20.1	2.81	0.74		97
100	IC Anfíbolita	50	33	21	12	0	35	65	CL	18.0	2.67	1.13		100
101	IC Anfíbolita	60	49	37	12	0	23	77	ML	16.6	2.67	1.53		100
102	IC Anfíbolita	26	40	27	13	0	23	77	ML	17.9				76
103	IC Anfíbolita	44	61	44	17	0	5	95	MH	18.2	2.77	1.20	54	103
104	IC Anfíbolita	54	68	44	24	0	2	98	MH	17.5	2.79	1.46	59	104
105	IC Anfíbolita	51	47	40	7	26	16	58	ML	15.7				
106	IC Anfíbolita	62	65	48	17	0	12	88	MH	16.7				
107	IC Arcillolita	25	38	23	15	0	11	89	CL	12.0				
108	IC Basalto	52	68	41	27	0	33	67	MH	15.8	2.59	1.49	60	91
109	IC Basalto	68	61	38	22	3	69	28	SM	14.7	2.23	1.54	61	98
110	IC Brecha Volcánica	19	33	24	9	38	20	42	GM	19.0		0.62		79
111	IC Brecha Volcánica	26	32	26	6	0	6	94	ML	19.1		0.80		82
112	IC Brecha Volcánica	26	33	24	9	23	5	72	ML	18.2		0.87		84
113	IC Carbón	22	55	37	18	3	20	77	CH	18.9	2.69	0.74	43	81
114	IC Carbón	21	43	37	6	0	1	99	CL	19.2	2.69	0.70	41	82
115	IC Cuarzodiorita	26	62	39	23	0	34	66	MH	18.6				
116	IC Cuarzodiorita	24	63	36	27	0	25	75	ML	17.7				
117	IC Diorita	28	61	29	32	1	18	82	CH	18.3		0.82		91
118	IC Diorita	42				3	17	79	ML	17.5		1.11		100
119	IC Diorita	13	31	29	2	12	52	36	SM	18.5				
120	IC Diorita	38	57	31	26	0	4	96	MH	18.0				
121	IC Diorita	33	44	39	5	0	15	85	ML	16.6				
122	IC Diorita	21	34	29	6	0	32	68	ML	17.9				
123	IC Diorita	17	36	24	12	0	33	67	CL	18.2				
124	IC Diorita	43	46	30	16	0	36	64	ML	17.2				

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
125	IC Diorita	33	60	3	57	3	11	85	MH	17.7				
126	IC Diorita	51	47	41	6	0	20	80	ML	17.4				
127	IC Diorita	51	54	33	21	3	7	90	MH	16.0		1.44		93
128	IC Diorita	38	47	37	10	0	12	88	ML	16.2		1.22		83
129	IC Diorita	41	47	33	14	1	9	90	ML	17.1		1.15		95
130	IC Diorita	42	44	35	9	0	15	85	ML	16.5		1.24		90
131	IC Diorita	28	38	29	9	22	22	56	ML	18.0		0.86		87
132	IC Diorita	49	48	35	13	0	9	91	ML	16.8		1.31		97
133	IC Diorita	52	41	32	9	6	16	78	ML	16.0		1.47		92
134	IC Diorita	25	40	31	9	8	55	37	SM	17.7				
135	IC Diorita	38	43	35	8	0	28	72	ML	18.7				
136	IC Diorita	24	42	31	11	0	18	82	ML	18.0				
137	IC Diorita	14				0	84	16	SM	17.0				
138	IC Diorita	32	47	31	16	0	9	90	ML	18.4		0.87		98
139	IC Diorita	26	52	31	21	0	11	90	MH	18.3		0.79		87
140	IC Diorita	31	52	32	20	0	12	88	MH	18.3		0.85		95
141	IC Dunita	33	84	62	22	4	8	88	MH	17.2	3.24	1.46		73
142	IC Dunita	107	124	69	54	0	2	98	CH	15.0				
143	IC Dunita	55	71	55	16	5	15	80	MH	16.9	2.78	1.54	61	99
144	IC Dunita	34	37	31	6	0	30	70	ML	18.6	2.72	0.95	49	97
145	IC Dunita	16	47	41	6	4	50	46	SM	19.6	2.80	0.66	40	68
146	IC Dunita	38	57	41	16	0	17	83	MH	16.5	2.82	1.36	58	78
147	IC Dunita	37	49	37	12	0	28	72	ML	17.0	2.80	1.24	55	82
148	IC Dunita	35	45	37	8	0	36	64	ML	17.8	2.78	1.11	53	87
149	IC Dunita	27	41	32	9	0	44	56	ML	18.1	2.79	0.95	49	78
150	IC Dunita	43	62	43	19	0	13	87	MH	16.7	2.90	1.47	60	84
151	IC Dunita	52	62	43	19	0	13	87	MH	16.2	3.09	1.90	66	85
152	IC Dunita	32	44	35	9	4	64	32	SM	16.9	2.78	1.17	54	76
153	IC Dunita	22	42	37	5	0	41	59	ML	18.9	2.90	0.87	46	73
154	IC Dunita	32	48	36	12	0	21	79	ML	17.6	2.93	1.20	54	78
155	IC Dunita	56	83	41	42	0	12	88	MH	15.7				
156	IC Dunita	49	86	52	34	4	19	77	MH	15.1	3.07	1.96		76
157	IC Dunita	18	33	25	8	14	41	45	SM	20.4	2.85	0.63		84
158	IC Dunita	46	54	32	22	72	12	16	GM	15.7	3.07	1.80		78
159	IC Dunita	39	43	40	3	1	30	69	ML	16.5	3.09	1.57		79
160	IC Dunita	46	51	33	18	7	30	63	MH	16.5	2.79	1.42		90
161	IC Dunita	53	89	54	35	0	14	86	MH	14.5	3.20	2.32		74
162	IC Dunita	17	57	37	20	56	27	17	GM	12.4	2.91	1.32		78
163	IC Dunita	45	58	50	8	0	21	79	MH	15.8	3.00	1.70		79
164	IC Dunita	19	68	47	20	0	11	89	MH	18.2				

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
165	IC Dunita	24	56	40	15	1	37	61	MH	17.7				
166	IC Dunita	39	54	35	19	3	21	77	MH	15.5				
167	IC Dunita	82	79	56	23	6	25	69	MH	15.3				
168	IC Dunita	46	96	44	52	7	31	61	MH	16.9				
169	IC Dunita	42	56	41	15	0	7	94	MH	17.4		1.12		99
170	IC Dunita	57	71	48	23	9	0	92	MH	15.7		1.60		95
171	IC Dunita	43	64	51	13	11	46	43	GM	16.0		1.32		85
172	IC Dunita	56	64	51	13	5	10	86	MH	16.2		1.52		98
173	IC Dunita	62	65	48	17	8	12	80	MH	15.6		1.70		96
174	IC Dunita	50	60	39	21	19	6	75	MH	16.7		1.34		99
175	IC Dunita	59	78	60	18	0	6	95	MH	15.8		1.61		97
176	IC Esquisto	56								15.9	2.78	1.67		93
177	IC Esquisto	29	37	33	4	2	19	79	ML	17.7	2.61	0.86		87
178	IC Esquisto	55	68	48	20	0	5	95	MH	16.4	2.88	1.68		95
179	IC Esquisto	55	70	48	22	0	1	99	MH	15.6	2.86	1.79		88
180	IC Esquisto	59	54	38	16	6	14	80	MH	17.1	2.69	1.47		96
181	IC Esquisto	24	37	30	7	2	57	41	SM	19.9	2.70	0.69	41	94
182	IC Esquisto	42	61	48	13	0	7	93	MH	16.8	2.84	1.40	58	86
183	IC Esquisto	48	61	48	13	0	3	97	MH	16.5	2.82	1.53	60	89
184	IC Esquisto	18	27	21	6	11	63	26	SC-SM	17.6	2.74	0.80		59
185	IC Gabro	26	40	36	5	6	48	46	SM-SC	19.6				
186	IC Gabro	29	50	39	11	9	46	45	SC	18.6				
187	IC Gabro	22	28	25	3	0	50	50	ML	19.0				
188	IC Gabro	31	46	34	12	0	9	91	ML	17.3		0.97		84
189	IC Gabro	42	84	48	36	1	8	91	MH	16.5		1.23		90
190	IC Gabro	23	28	27	1	1	47	52	ML	18.7	2.70	0.74		85
191	IC Gabro	20	34	28	6	0	54	46	SM	20.4	2.93	0.73	42	83
192	IC Gabro	37	46	33	13	0	46	54	ML	17.7	2.75	1.13	53	90
193	IC Gabro	35	41	25	16	20	48	32	SM	18.4	2.88	1.12	52	90
194	IC Gabro	37	47	33	14	7	37	56	ML	19.1	2.88	1.07	51	100
195	IC Gabro	36	47	29	18	2	31	67	ML	17.9	2.75	1.08	52	91
196	IC Gabro	27	39	32	8	0	55	45	SM	18.9	2.80	0.88	47	87
197	IC Gabro	28	55	46	9	7	33	60	MH	16.6	2.77	1.14	53	68
198	IC Gabro	37	50	37	13	2	22	76	ML	18.3	2.68	1.01	50	99
199	IC Gabro	41	46	35	11	2	32	66	ML	17.6	2.78	1.23	55	92
200	IC Gabro	25	36	31	5	2	52	46	ML	19.2	2.97	0.94	48	79
201	IC Gabro	24	33	24	9	3	62	35	SM	20.7	2.99	0.79	44	91
202	IC Gabro	24	34	27	7	0	55	45	SM	19.2	3.01	0.94	48	77
203	IC Gabro	19	37	27	10	0	55	45	SM	19.2	2.95	0.96	49	85
204	IC Gabro	36	47	35	12	5	45	50	ML	17.8	2.98	1.27	56	84

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[I]	[I]	[%]	[%]
205	IC Gabro	28	35	29	6	0	44	56	ML	19.4	2.85	0.89	47	91
206	IC Gabro	4	32	30	2	1	54	45	SM	18.0	2.73	0.54		18
207	IC Gabro	20	25	24	1	0	80	20	SM	19.2				
208	IC Gabro	37	50	38	12	0	56	44	SM	18.0	2.80	1.13	53	91
209	IC Gabro	36	54	29	25	0	37	63	MH	17.3	2.84	1.23	55	83
210	IC Gabro	37	71	46	25	0	41	59	MH	17.3	2.70	1.13	53	87
211	IC Gabro	45								16.1	2.62	1.25		93
212	IC Gabro	36	54	38	16	0	48	52	MH	17.7	2.80	1.15	54	88
213	IC Gabro	25	37	33	4	5	57	38	SM	17.1	2.78	1.04	51	68
214	IC Gabro	39	42	35	7	1	53	46	SM	17.0	2.85	1.33	57	84
215	IC Gabro	27	48	33	15	1	41	58	ML	14.6	2.85	1.48	60	52
216	IC Gabro	29	19	7	12	0	61	39	SM	19.0	2.70	0.84	45	93
217	IC Gabro	36	55	39	16	0	28	72	MH	17.7	2.70	1.07	52	90
218	IC Gabro	28	42	33	9	2	51	47	SM	19.0	2.72	0.84	45	93
219	IC Gabro	24	40	32	8	0	51	49	SM	19.4	2.81	0.80	44	85
220	IC Gabro	30	42	27	15	0	43	57	MH	10.1	2.93	1.00	50	89
221	IC Gabro	29	56	32	24	0	21	79	MH	15.6	2.72	1.24	55	63
222	IC Gabro	31	48	35	13	0	23	77	ML	15.6	2.90	1.45	59	63
223	IC Gabro	37	48	38	10	0	29	71	ML	16.6	2.95	1.44	59	77
224	IC Gabro	29	73	45	28	0	53	47	SM	18.5	2.89	1.02	50	83
225	IC Gabro	22								20.3	3.03	0.83	45	81
226	IC Gabro	20	50	29	21	0	18	82	CH	18.8	2.74	0.74	43	72
227	IC Gabro	21	72	36	36	0	8	92	MH	19.6	2.77	0.72	42	82
228	IC Gabro	9	34	31	3	0	54	46	SM	16.3	2.70	0.77		32
229	IC Gabro	10	31	27	4	0	74	26	SM	17.4	2.70	0.67		39
230	IC Gneis	24	62	39	23	0	7	93	MH	16.7				
231	IC Gneis	87	137	47	90	0	32	68	CH	15.7				
232	IC Gneis	21	44	33	11	0	39	61	ML	15.7				
233	IC Gneis	22				69	26	5	GP	17.7				
234	IC Gneis	39	58	50	8	9	6	85	MH	17.4				
235	IC Gneis	36	51	44	6	6	28	66	MH	16.4				
236	IC Gneis	55	55	33	22	0	7	92	MH	16.0		1.51		96
237	IC Gneis	25	27	19	8	1	41	58	CL	18.4		0.77		85
238	IC Gneis	23	31	27	4	5	54	41	SM	17.1				
239	IC Gneis	21	33	27	6	1	30	70	ML	17.2		0.82		67
240	IC Gneis	17	28	20	8	3	34	63	CL	20.4		0.49		90
241	IC Gneis	16	31	23	8	1	28	71	ML	19.8		0.53		82
242	IC Gneis	30	52	37	15	21	22	57	MH	17.3		0.96		83
243	IC Gneis	19	26	18	8	3	47	50	CL	19.2		0.61		83
244	IC Gneis	46	59	50	9	0	2	98	MH	17.2		1.27		

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
245	IC Gneis	17	35	28	7	0	39	61	ML	17.9				
246	IC Gneis	28	32	27	5	0	42	58	ML	17.7				
247	IC Gneis	29	63	46	18	0	10	90	MH	16.5				
248	IC Gneis	27	74	47	27	0	7	93	MH	17.9				
249	IC Gneis	19	35	25	10	20	25	55	ML	19.6				
250	IC Gneis	17	40	30	10	9	49	42	SM	18.4				
251	IC Gneis	41	58	39	19	0	7	93	MH	16.6		1.22		90
252	IC Gneis	28	52	37	15	0	5	95	MH	16.6		1.00		73
253	IC Gneis	31	51	43	8	0	12	88	MH	17.5				
254	IC Gneis	25	57	42	15	0	37	63	MH	16.7				
255	IC Gneis	32	37	34	4	0	33	67	ML	17.3				
256	IC Gneis	34	53	45	8	0	8	92	MH	16.9				
257	IC Gneis	27	51	39	12	0	63	37	SM	18.4				
258	IC Gneis	27	41	31	10	0	54	46	SM	18.3				
259	IC Gneis	26	43	38	5	3	63	34	SM	18.4	2.85	0.95	49	78
260	IC Gneis	38	45	34	11	0	31	69	ML	17.2		1.07		92
261	IC Gneis	46	49	39	10	0	24	76	ML	16.5		1.29		94
262	IC Gneis	31	43	35	8	2	59	39	SM	18.6	2.01	1.01	50	87
263	IC Gneis	39	51	38	13	0	17	83	MH	16.6		1.17		88
264	IC Gneis	37	49	37	12	0	9	91	ML	17.1		1.08		86
265	IC Gneis	7	30	25	5	0	36	64	ML	18.7				28
266	IC Gneis	49	55	41	14	6	27	67	MH	16.2	2.94	1.72	63	84
267	IC Gneis	49	59	42	17	0	16	84	MH	15.3	3.05	1.97	66	76
268	IC Gneis	51	62	45	17	1	36	63	MH	16.0	2.93	1.78	64	85
269	IC Gneis	30	49	38	11	0	45	55	ML	16.8	2.90	1.24	55	70
270	IC Gneis	29	39	33	6	3	72	25	SM	18.6	2.81	0.95	49	85
271	IC Gneis	16	33	30	3	0	79	21	SM	19.6	2.70	0.59	37	70
272	IC Gneis	22	36	31	6	9	52	40	SM-SC	19.4				
273	IC Gneis	24	31	23	8	2	61	37	SM	19.2				67
274	IC Gneis	18	32	19	13	0	42	58	CL	19.8				72
275	IC Gneis	15	34	19	15	0	45	55	CL	20.1				68
276	IC Gneis	24	32	24	8	0	39	61	ML	18.6		0.74		87
277	IC Gneis	43	41	36	4	0	9	91	ML	17.6				
278	IC Gneis	20	29	26	3	0	23	77	ML	19.6				
279	IC Gneis	41	53	43	10	0	8	92	MH	16.7		1.24		
280	IC Gneis	17	34	30	4	2	40	59	ML	18.6				
281	IC Gneis	20	34	27	7	0	36	64	ML	18.6				
282	IC Gneis	26	34	30	5	0	54	46	SM-SC	18.6				
283	IC Gneis	29	35	29	5	0	38	62	ML	17.7				
284	IC Gneis	12	34	29	5	0	78	22	SM-SC	18.6				

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
285	IC Gneis	12	33	29	4	0	70	30	SM	20.6				
286	IC Gneis	20	40	33	7	1	43	56	ML	17.7				
287	IC Gneis	32	59	42	16	0	21	79	MH	18.6				
288	IC Gneis	30	63	41	22	0	33	68	MH	17.1				79
289	IC Gneis	41	32	24	8	9	12	79	MH	16.5				
290	IC Gneis	52	35	25	10	0	5	95	MH	17.1				
291	IC Gneis	12	68	41	27	0	20	80	MH	14.7				
292	IC Gneis	41								16.2	2.62	1.25		86
293	IC Gneis	24	30	19	11	13	34	53	SC	18.9	2.65	0.71		91
294	IC Gneis	18	27	21	6	4	55	41	SC	17.6	2.74	0.80		59
295	IC Gneis	39	61	44	17	0	8	92	MH	16.5	2.78	1.31		84
296	IC Gneis	45								16.0	2.79	1.47		85
297	IC Gneis	34								15.5	2.75	1.33		69
298	IC Granodiorita	36	62	56	7	0	62	38	SM	16.3	2.71	1.03		99
299	IC Granodiorita	41	59	34	25	0	43	57	MH	17.0	2.60	1.13		96
300	IC Granodiorita	24	38	30	8	0	70	30	SM	17.9	2.61	0.78		80
301	IC Granodiorita	22	30	17	13	0	51	49	SC	19.3	2.61	0.62		93
302	IC Granodiorita	22				0	69	31	SM	19.9	2.61	0.57		100
303	IC Granodiorita	42	50	38	12	0	5	95	ML	16.6		1.24		91
304	IC Granodiorita	18	47	32	15	14	31	55	ML	18.5		0.66		73
305	IC Granodiorita	29	41	29	12	1	12	87	ML	16.4		1.04		74
306	IC Granodiorita	56	42	34	8	0	10	90	ML	16.6		1.46		97
307	IC Granodiorita	70	61	47	14	1	13	86	MH	14.9		1.98		94
308	IC Granodiorita	10	38	30	7	0	19	81	ML	17.7				
309	IC Granodiorita	37	50	34	16	2	10	88	MH	17.1		1.07		91
310	IC Granodiorita	25	42	33	9	0	29	71	ML	17.5	2.82	1.01	50	70
311	IC Granodiorita	43	52	15	37	0	12	88	MH	17.5	2.83	1.32	57	93
312	IC Granodiorita	39	52	38	14	0	15	85	MH	17.4	2.79	1.23	55	88
313	IC Granodiorita	17	32	32	0	0	84	16	SM	18.5	2.77	0.74	43	62
314	IC Granodiorita	32	43	37	6	0	26	74	ML	17.7				
315	IC Granodiorita	39	76	47	29	0	12	88	MH	16.7				
316	IC Granodiorita	24	38	29	9	0	59	41	SM	18.0				
317	IC Granodiorita	26	41	30	11	0	59	41	SM	17.1				
318	IC Granodiorita	39	40	33	6	0	49	51	ML	17.4				
319	IC Granodiorita	30	38	31	7	1	53	46	SM	16.6				
320	IC Granodiorita	30	58	23	34	0	58	42	SC	17.1				
321	IC Granodiorita	18				1	63	36	SM	17.5	2.72	0.81		58
322	IC Granodiorita	32	46	39	7	0	58	42	SM	18.4	2.68	0.88		97
323	IC Granodiorita	27	45	32	13	0	30	70	ML	17.8		0.86		84
324	IC Granodiorita	39	38	29	9	7	34	59	ML	17.3		1.09		95

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
325	IC Granodiorita	19	47	41	6	0	58	42	SM	19.4				
326	IC Granodiorita	30	53	30	23	0	31	69	CH-MH	16.5	2.68	1.08		76
327	IC Granodiorita	25								17.5	2.69	0.89		76
328	IC Granodiorita	50	76	45	31	1	15	84	MH	16.2		1.41		70
329	IC Granodiorita	43	46	37	9	0	6	94	ML	17.7	2.77	1.25	55	96
330	IC Granodiorita	46	53	48	5	8	56	36	SM	16.9	2.86	1.47	59	89
331	IC Granodiorita	27								16.2	2.66	1.04		68
332	IC Granodiorita	25								15.0	2.67	1.17		56
333	IC Granodiorita	25								16.2	2.69	1.03		65
334	IC Granodiorita	33								16.7	2.67	1.09		82
335	IC Granodiorita	17	49	29	20	3	51	46	SM	17.6	2.70	0.76		61
336	IC Granodiorita	24	45	30	15	1	60	39	SM	17.9	2.63	0.79		80
337	IC Granodiorita	15								19.8	2.68	0.52		75
338	IC Granodiorita	27								18.4	2.63	0.78		90
339	IC Granodiorita	21	36	35	1	0	66	34	SM	18.1	2.66	0.75		76
340	IC Granodiorita	20								17.1	2.66	0.84		65
341	IC Granodiorita	23								17.4	2.62	0.82		74
342	IC Granodiorita	22	29	29	0	2	61	37	SM	18.1	2.64	0.74		77
343	IC Granodiorita	17	39	39	0	0	70	30	SM	18.5	2.64	0.64		71
344	IC Granodiorita	20	37	35	2	1	68	31	SM	18.6	2.66	0.68		78
345	IC Granodiorita	34	54	32	22	22	35	43	SM	17.8	2.64	0.94		95
346	IC Granodiorita	16	30	20	10	20	54	26	SC	16.5	2.62	0.80		51
347	IC Granodiorita	22	40	29	11	0	54	46	SM	17.5	2.65	0.81		72
348	IC Granodiorita	24	44	31	13	0	53	47	SM	17.5	2.66	0.85		75
349	IC Granodiorita	17	25	18	7	0	69	31	SM-SC	17.8	2.62	0.68		64
350	IC Granodiorita	27	36	26	10	3	45	52	ML	16.6	2.68	1.01		72
351	IC Granodiorita	34	46	36	10	0	71	29	SM	18.1	2.67	0.97	49	92
352	IC Granodiorita	29	27	24	3	10	78	12	SW-SM	18.8	2.64	0.77		99
353	IC Granodiorita	35	40	34	6	6	51	43	SM	18.5	2.66	0.89		100
354	IC Granodiorita	27	45	40	5	1	53	46	SM	18.2	2.73	0.86		84
355	IC Granodiorita	17	30	29	1					18.5	2.64	0.64		71
356	IC Granodiorita	28	33	26	7	0	62	38	SM	19.3	2.70	0.76		99
357	IC Granodiorita	25	36	25	11	0	59	41	SM	18.8	2.64	0.72		88
358	IC Granodiorita	36	37	24	13	0	46	54	CL	16.9	2.64	1.10		87
359	IC Granodiorita	29	58	29	29	0	49	51	SC	16.8				
360	IC Granodiorita	32	49	37	12	0	35	65	ML	17.5				
361	IC Granodiorita	43	58	46	12	2	42	56	MH	16.6				90
362	IC Granodiorita	25	50	32	18	22	34	44	SM	24.5				90
363	IC Granodiorita	42	65	48	17	0	45	55	MH	16.1	2.84	1.50	60	79
364	IC Granodiorita	33	56	50	6	0	75	25	SM	16.7	2.83	1.25	56	75



DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
365	IC Granodiorita	29	39	34	5	0	77	23	SM	18.3	2.87	1.03	51	82
366	IC Granodiorita	33	59	44	16	0	49	51	MH	17.0	2.81	1.19	54	77
367	IC Granodiorita	43								17.4	2.81	1.32	57	92
368	IC Granodiorita	39	47	39	8	0	70	30	SM	16.8	2.84	1.35	58	83
369	IC Granodiorita	41	51	44	7	0	54	46	SM	16.2	2.78	1.42	59	80
370	IC Granodiorita	27	41	36	5	0	64	36	SM	17.9	2.93	1.07	52	73
371	IC Granodiorita	44	57	36	21	1	49	50	MH	17.0	2.79	1.37	58	90
372	IC Granodiorita	46	60	42	18	0	12	88	MH	16.4	2.76	1.47	59	87
373	IC Granodiorita	35	53	35	19	7	60	33	SM	17.8	2.82	1.14	53	86
374	IC Granodiorita	31	42	36	5	0	69	31	SM	18.1	2.71	0.97	49	87
375	IC Granodiorita	39	50	41	8	0	65	35	SM	16.8	2.83	1.35	57	82
376	IC Granodiorita	23	38	36	3	0	77	23	SM	18.4	2.83	0.89	47	73
377	IC Granodiorita	32	42	31	11	0	47	53	ML	18.6	2.74	0.95	49	92
378	IC Granodiorita	29	39	33	6	0	62	38	SM	18.9	2.75	0.88	47	91
379	IC Granodiorita	27	41	32	9	0	65	35	SM	18.4	2.87	0.99	50	79
380	IC Granodiorita	29	45	31	14	0	57	43	SM	18.6	2.84	0.97	49	84
381	IC Granodiorita	29	43	33	10	0	58	42	SM	18.6	2.77	0.92	48	86
382	IC Granodiorita	32	42	26	16	3	36	61	ML	18.4	2.81	1.02	50	88
383	IC Granodiorita	25	39	28	11	0	54	46	SM	19.1	2.81	0.85	46	84
384	IC Granodiorita	30	36	10	26	1	64	34	SM	18.0	2.82	1.04	51	81
385	IC Granodiorita	36	46	30	16	1	49	50	ML	17.7	2.82	1.16	54	87
386	IC Granodiorita	31	42	32	10	0	57	43	SM	18.3	2.82	1.02	51	85
387	IC Granodiorita	26	38	29	9	0	56	44	SM	19.2	2.78	0.82	45	88
388	IC Granodiorita	33	45	36	9	0	67	33	SM	17.2	2.76	1.13	53	80
389	IC Granodiorita	24	62	53	9	2	58	40	SM	20.2	2.72	0.68	40	99
390	IC Granodiorita	27	37	30	7	0	66	34	SM	19.7	2.69	0.74	42	100
391	IC Granodiorita	37	49	34	15	0	52	48	SM	18.1	2.80	1.13	53	92
392	IC Granodiorita	35	47	37	10	0	50	50	ML	18.2	2.79	1.07	52	91
393	IC Granodiorita	29	45	37	8	0	75	25	SM	18.2	2.80	0.99	50	83
394	IC Granodiorita	28	39	33	6	0	73	27	SM	18.2	2.77	0.95	49	82
395	IC Granodiorita	41	59	48	11	0	56	44	SM	16.7	2.79	1.35	57	84
396	IC Granodiorita	35	49	38	11	0	47	53	ML	18.0	2.80	1.10	52	90
397	IC Granodiorita	44	52	43	9	0	48	52	MH	16.6	2.77	1.40	58	87
398	IC Granodiorita	30	40	36	4	0	63	37	SM	18.3	2.85	1.03	51	84
399	IC Granodiorita	31	41	35	6	0	67	33	SM	18.7	2.89	1.04	51	88
400	IC Granodiorita	38	49	40	9	0	49	51	ML	17.3	2.82	1.24	55	85
401	IC Granodiorita	32	54	45	9	0	61	39	SM	17.9	2.81	1.07	52	85
402	IC Granodiorita	40	49	39	10	0	42	58	ML	17.7	2.74	1.17	54	94
403	IC Granodiorita	37	59	41	18	0	43	57	MH	17.0	2.81	1.27	56	82
404	IC Granodiorita	43	56	39	17	0	39	61	MH	16.4	2.82	1.46	59	84

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
405	IC Granodiorita	31	52	44	8	0	60	40	SM	16.8	2.79	1.17	54	74
406	IC Granodiorita	33	53	23	30	0	60	40	SM	16.0	2.84	1.36	58	69
407	IC Granofels	47	50	37	13	0	5	96	MH	16.6		1.32		94
408	IC Granofels	50	56	36	20	2	5	93	MH	16.4		1.38		97
409	IC Granofels	34	43	28	15	0	34	66	ML	17.7				92
410	IC Granulita	11	41	29	12	2	45	54	ML	20.7				60
411	IC Granulita	39	53	13	41	0	15	85	MH	18.3	2.73	1.08	52	99
412	IC Granulita	42	52	35	17	0	68	32	MH	17.5	2.65	1.15	53	97
413	IC Granulita	38	54	36	18	0	8	92	MH	17.5	2.61	1.05	51	93
414	IC Granulita	41	57	44	13	0	3	97	MH	18.8	2.66	1.00	50	110
415	IC marmol	16	24	23	1	10	16	75	ML	19.3				
416	IC marmol	19	25	23	3	15	36	50	ML	18.9				
417	IC Metabasitas	36	40	9	31	0	22	78	ML	17.6	2.76	1.13	53	88
418	IC Metabasitas	20	50	21	29	0	22	78	MH	18.8	2.74	0.74	43	72
419	IC Migmatita	21	29	23	6	2	69	29	SC-SM	19.5	2.64	0.61		90
420	IC Migmatita	22	59	36	23	4	25	71	MH	17.0	2.68	0.90		65
421	IC Migmatita	39	52	40	12	0	21	79	MH	17.7	2.86	1.25	55	90
422	IC Migmatita	35	42	35	6	0	47	53	ML	16.7	2.84	1.30	56	77
423	IC Migmatita	21	34	25	10	0	40	60	ML	18.5	2.93	0.92	48	68
424	IC Migmatita	24	27	24	3	0	46	54	ML	19.2	2.92	0.89	47	79
425	IC Migmatita	18	49	34	15	16	48	36	SM	18.3	2.78	0.98	50	86
426	IC Migmatita	31	53	37	16	0	21	79	MH	18.8	2.82	0.96	49	91
427	IC Migmatita	35	43	32	11	8	47	45	SM	19.0	3.01	1.14	53	92
428	IC Migmatita	21	33	27	6	0	53	47	SM	18.6	2.75	0.79	44	75
429	IC Migmatita	34	49	40	9	2	60	38	SM	18.0	2.80	1.08	52	88
430	IC Migmatita	43	55	45	10	0	43	57	MH	17.5	2.95	1.42	58	89
431	IC Migmatita	52	68	57	11	0	46	54	MH	16.3	2.85	1.65	62	89
432	IC Migmatita	37	50	32	18	1	32	67	CH	16.4	2.75	1.26		82
433	IC Migmatita	30	49	38	11	1	0	99	ML	18.6	2.77	0.95	49	89
434	IC Migmatita	15	35	29	6	3	54	43	SM	19.2	3.00	0.77		59
435	IC Migmatita	54	65	45	20	0	8	92	MH	16.1	2.79	1.67	63	91
436	IC Migmatita	50	60	43	17	0	9	91	MH	16.9	2.72	1.42	59	96
437	IC Migmatita	50	62	46	16	0	8	92	MH	16.5	2.83	1.58	61	90
438	IC Migmatita	41	52	39	13	0	14	86	MH	17.4	2.64	1.13	53	94
439	IC Migmatita	41	53	37	16	0	10	90	MH	17.1	2.81	1.31	57	88
440	IC Migmatita	42	55	40	16	0	27	73	MH	17.2	2.77	1.29	56	90
441	IC Migmatita	37	36	29	6	0	62	38	SM	18.0	2.96	1.25	55	87
442	IC Migmatita	37	56	39	16	0	21	79	MH	17.7	2.76	1.14	53	89
443	IC Migmatita	31	48	36	12	0	41	59	ML	18.6	2.79	0.97	49	90
444	IC Migmatita	41	55	40	15	0	15	85	MH	18.0	2.84	1.22	55	95

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
445	IC Migmatita	42	59	50	9	0	5	95	MH	17.5	2.75	1.23	55	93
446	IC Migmatita	41	60	50	10	0	2	98	MH	17.5	2.68	1.16	54	94
447	IC Migmatita	67	52	39	13	0	65	35	SM	14.6	2.60	1.97	66	89
448	IC Migmatita	46	51	45	6	1	30	69	MH	16.9	2.71	1.35	57	92
449	IC Migmatita	16	53	41	12	6	51	43	SM	19.3	2.75	0.46	39	67
450	IC Migmatita	25	53	23	30	12	62	26	SC	18.0	2.72	0.88	47	76
451	IC Migmatita	43	54	39	16	0	4	96	MH	16.1	2.80	1.50	60	81
452	IC Migmatita	22	45	37	8	0	47	53	ML	17.4	2.86	1.00	50	62
453	IC Migmatita	35	42	36	6	0	57	43	SM	17.6	2.73	1.09	52	87
454	IC Migmatita	17	43	36	7	0	42	58	ML	18.7	2.83	2.83	43	62
455	IC Migmatita	54	38	28	10	4	58	38	SM	16.2	2.80	1.67	63	91
456	IC Migmatita	38	46	34	12	4	54	42	SM	17.4	2.81	1.23	55	87
457	IC Migmatita	54	70	49	21	0	3	97	MH	16.2	2.80	1.67	63	91
458	IC Migmatita	25	41	29	12	0	57	43	SM	20.6	3.00	0.83	45	92
459	IC Migmatita	48	62	44	18	1	18	81	MH	14.7	2.81	1.83	65	75
460	IC Migmatita	21	33	25	8	5	57	38	SM	20.5	3.15	0.86	46	78
461	IC Migmatita	26	37	27	10	1	51	47	SM	20.0	2.91	0.83	45	90
462	IC Migmatita	22	37	26	11	5	51	44	SM	20.0	2.85	0.74	43	86
463	IC Migmatita	32	40	24	16	1	42	57	CL	14.3	2.75	1.49		60
464	IC Migmatita	15	38	23	15	1	34	66	CL	19.2	3.00	0.77		60
465	IC Migmatita	10	33	20	13	2	46	52	CL	19.2	3.03	0.55		57
466	IC Migmatita	25	38	31	7	0	56	44	SM	18.9	2.76	0.86	46	81
467	IC Migmatita	42	64	39	25	0	31	69	MH	16.6	2.82	1.40	58	84
468	IC Migmatita	31	46	38	8	0	63	37	SM	18.1	2.86	1.07	52	83
469	IC Migmatita	37	39	32	7	0	55	45	SM	17.5	2.81	1.20	54	86
470	Qal f	45	62	34	28	3	81	16	SM	15.0				
471	Qal f	27	47	39	8	11	44	44	SM	16.7				67
472	Qal f	40	59	39	20	66	9	25	GM	17.3				
473	Qal f	30	67	42	25	1	36	63	MH	18.6				
474	Qal f	20	39	8	31	0	25	75	CL	20.8	2.74	0.59	37	95
475	Qal f	30	80	36	44	0	18	82	CH	19.8	2.74	0.80	45	104
476	Qal f	20	52	21	31	0	16	84	CH	19.9	2.67	0.78	44	111
477	Qal f	19	31	17	14	4	28	67	CL	19.7		0.56		88
478	Qal f	15	36	26	10	4	23	73	ML	18.3		0.63		63
479	Qal f	37	72	28	44	0	18	82	CH	17.7	2.87	1.23	55	87
480	Qal f	40	60	6	54	6	22	72	CH	16.4	2.81	1.41	58	80
481	Qal f	46	32	26	6	0	41	59	ML	15.8				82
482	Qal f	38	47	26	21	2	38	60	CL	17.9		1.01		99
483	Qal f (Río Medellín)	34	61	31	30	5	42	53	CH	18.4				
484	Qal f IC	39	58	38	20	7	28	65	MH	17.5				

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
485	Qal f IC	53	67	52	14	0	13	87	MH	15.6				
486	Qal f IC	47	45	23	22	12	24	64	CL	16.9		1.26		98
487	Qal f IC	46	54	36	18	0	13	87	MH	16.7		1.28		96
488	Qal f IC	44	51	28	23	0	4	96	CH	17.9				
489	Qal f IC	29	55	34	21	0	47	53	MH	17.7				
490	Qal f IC	33	53	34	19	0	24	76	MH	16.3				
491	Qal f-m	15	33	20	13	0	72	28	SC	19.4				
492	Qal f-m	19	29	28	1	27	25	49	SM	17.9				
493	Qal f-m (Río Medellín)	16	44	23	21	1	30	69	CL	21.4				
494	Qal f-m (Río Medellín)	25	39	22	17	0	30	70	CL	18.7				
495	Qal m	85	58	26	33	0	47	53	CH	16.7				
496	Qal m	11	26	18	8	0	57	43	SC	20.2				
497	Qal m	6	32	18	14	0	39	61	CL	18.8				
498	Qal m	34				0	69	31	SM-SC	13.3				
499	Qal m IC	34	41	37	4	0	22	78	ML	18.7				96
500	Qal m IC	20	43	27	16	0	47	53	ML	18.9				84
501	Qal m IC	23	35	27	9	14	76	10	SP-SM	18.1				
502	Qal m-f	62	66	37	29	0	17	83	MH	14.9				
503	Qal m-g	30	44	33	11	0	44	56	ML	18.6				
504	Qal m-g	24	26	16	10	1	31	69	CL	19.5		0.65		98
505	Qdv	12	29	21	8	7	46	47	SC	19.5				
506	Qdv	28	43	28	15	7	30	63	ML	18.0				
507	Qdv	43	62	43	19	7	31	62	MH	16.4		1.33		89
508	Qdv	44	53	49	4	5	29	66	MH	15.9		1.36		86
509	Qdv	24	31	21	10	2	25	73	CL	18.9				
510	Qescorrentía	17	30	23	6	0	58	42	SM	16.4				
511	QF IB (OCC)	47	55	40	15	22	27	52	MH	15.7				
512	QF IB (OCC)	47	48	42	6	4	48	48	SM	18.1				
513	QF IB (OCC)	37	51	35	16	0	12	88	MH	16.9		1.08		91
514	QF IB (OCC)	33	50	33	17	0	27	73	MH	18.4				
515	QF IB (OCC)	38	53	40	12	1	33	66	MH	17.8				
516	QF IB (OCC)	31	48	39	8	14	47	39	SC	17.7				
517	QF IB (OCC)	38	53	40	12	1	33	66	MH	17.8				
518	QF IB (Oriental)	37	56	38	18	5	21	74	MH	15.3				
519	QF IB (Oriental)	25	66	33	33	3	47	51	MH	17.6				
520	QF IB (Oriental)	35	68	42	26	0	6	94	MH	17.9				
521	QF IB (Oriental)	20	34	31	3	2	35	63	ML	19.8		0.58		94
522	QF IC (OCC)	50	55	27	28	0	21	79	CH	16.5	2.80	1.49		93

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
523	QF IC (OCC)	26	50	34	16	0	15	85	ML	16.1				
524	QF IC (OCC)	43				14	58	28	SM	17.1				
525	QF IC (OCC)	40	58	32	26	0	6	95	MH	16.4				
526	QF IC (OCC)	41	48	30	18	0	11	89	ML	16.2				
527	QF IC (OCC)	28	47	34	13	0	26	74	ML	19.6				
528	QF IC (OCC)	34	73	51	22	59	9	33	GM	16.8				
529	QF IC (OCC)	32	47	29	18	2	13	85	ML	16.8				
530	QF IC (OCC)	36	58	42	16	3	15	82	MH	17.6				
531	QF IC (OCC)	31	41	29	12	2	21	77	ML	17.7				
532	QF IC (OCC)	23	53	33	19	7	30	63	MH	17.9				
533	QF IC (OCC)	44	56	40	16	4	19	77	MH	16.0				
534	QF IC (OCC)	62	27	21	6	5	32	63	CL-ML	15.6		1.68		97
535	QF IC (OCC)	30	46	34	12	10	33	57	ML	18.4				
536	QF IC (OCC)	38	48	36	12	8	22	70	ML	16.8				
537	QF IC (Occ)	46	59	40	19	17	41	42	SM	16.8	2.72	1.36	58	91
538	QF IC (Occ)	43	58	47	11	0	13	87	MH	17.1	2.72	1.27	56	91
539	QF IC (Occ)	18	55	43	12	0	6	94	MH	18.3	2.72	1.08	52	100
540	QF IC (OCC)	33	46	34	12	1	19	80	ML	17.4		1.10		99
541	QF IC (OCC)	36	60	46	14	1	13	86	MH	17.9		0.98		98
542	QF IC (OCC)	32	48	25	23	3	43	54	CL	18.6	2.65	0.88	47	96
543	QF IC (OCC)	39	49	32	17	5	44	51	ML	17.1	2.75	1.24	55	86
544	QF IC (Occ)	58	84	48	36	5	19	76	CH	16.4	2.72	1.62	62	97
545	QF IC (Occ)	36	69	35	34	1	50	49	SM	17.7	2.79	1.14	53	87
546	QF IC (OCC)	47	73	32	41	0	20	80	CH	16.0	2.75	1.52	60	84
547	QF IC (OCC)	30	47	30	17	0	61	39	SM	19.1	2.79	0.89	47	93
548	QF IC (OCC)	36	49	25	24	0	26	74	CL	17.4	2.91	1.28	56	82
549	QF IC (OCC)	33	47	33	14	9	31	60	ML	18.4	3.01	1.16	54	84
550	QF IC (OCC)	34	58	34	24	7	17	76	MH	17.9		0.94		95
551	QF IC (OCC)	42	56	37	19	1	12	87	MH	12.6		1.14		98
552	QF IC (OCC)	36	52	29	23	0	32	68	CH-MH	19.3		0.96		100
553	QF IC (OCC)	26	22	21	1	0	48	52	CL	18.6				
554	QF IC (OCC)	29	29	28	1	2	22	76	ML	17.8				
555	QF IC (OCC)	41	36	31	5	0	48	52	ML	15.9				
556	QF IC (OCC)	50	81	43	38	0	1	99	MH	16.1		1.43		93
557	QF IC (OCC)	46	43	23	20	18	19	63	CL	16.7		1.28		96
558	QF IC (OCC)	49	26	20	6	10	19	71	CL	16.4		1.37		95
559	QF IC (OCC)	38	47	31	16	1	39	59	ML	17.7				
560	QF IC (OCC)	25	59	36	23	0	18	82	MH	19.6				
561	QF IC (OCC)	30	60	34	26	35	21	44	GM	18.3				
562	QF IC (OCC)	33	44	22	22	41	27	33	GC	17.5				

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
563	QF IC (OCC)	42	46	24	22	4	30	66	CL	16.9	2.73	1.27		91
564	QF IC (OCC)	50	70	32	38	1	6	93	CH-MH	16.8	2.68	1.35		99
565	QF IC (OCC)	42	58	28	30	4	16	80	CH	16.9	2.73	1.27		91
566	QF IC (Occ)	30	43	21	23	0	35	65	CL	19.1	2.76	0.88	47	93
567	QF IC (Occ)	24	52	25	27	0	41	59	CH	17.9	2.88	1.00	50	70
568	QF IC (Occ)	33	46	35	11	0	29	71	ML	17.9	2.97	1.20	55	81
569	QF IC (Occ)	33	56	35	20	1	32	67	MH	17.5	2.95	1.24	55	79
570	QF IC (Occ)	29	42	31	11	0	60	40	SM	18.2	2.86	1.03	51	81
571	QF IC (OCC)	25	42	24	18	4	30	66	CL	18.1	2.79	0.92	48	75
572	QF IC (OCC)	33	45	28	17	10	33	57	ML	18.0	2.95	1.17	54	83
573	QF IC (Occ)	34	48	29	19	19	42	39	SM	17.1	3.09	1.42	59	74
574	QF IC (OCC)	45	37	26	11	1	11	88	ML	16.6		1.29		93
575	QF IC (OCC)	30	41	20	21	5	25	70	CL	18.2		0.86		94
576	QF IC (OCC)	21	45	28	17	2	24	74	ML	18.9				
577	QF IC (Occ)	53	92	66	26	0	22	78	MH	14.7				
578	QF IC (Occ)	30	56	36	20	1	56	43	SM	18.8	2.62	0.82	45	97
579	QF IC (Occ)	35	43	27	16	12	48	40	SM	18.8	2.69	0.93	48	100
580	QF IC (Occ)	29	45	38	7	4	52	44	SM	18.8	2.74	0.88	47	89
581	QF IC (Occ)	27	39	33	6	8	44	48	SM	18.5	2.73	0.88	47	84
582	QF IC (OCC)	40	49	34	15	0	20	80	ML	17.9				
583	QF IC (OCC)	40	49	34	15	0	20	80	ML	17.9				94
584	QF IC (OCC)	29	49	34	15	0	20	80	ML	18.9				
585	QF IC (OCC)	25	38	31	7	0	15	85	ML	18.6				
586	QF IC (OCC)	34	40	31	8	0	13	87	ML	17.7				
587	QF IC (OCC)	40	55	39	16	0	34	66	MH	16.7				
588	QF IC (Oriental)	20	26	18	8	27	40	33	SC	20.4		0.52		97
589	QF IC (Oriental)	16	29	23	6	0	34	66	ML	19.6				
590	QF IC (Oriental)	27	36	31	5	1	36	63	ML	17.9				
591	QF IC (Oriental)	45	29	20	9	29	23	48	GC	17.1		1.19		99
592	QF IC (Oriental)	24	36	25	11	2	21	77	ML	19.8		0.63		102
593	QF IC (Oriental)	29	36	26	10	11	21	68	ML	18.7		0.79		97
594	QF IC (Oriental)	43	58	40	18	6	3	91	MH	16.6		1.25		92
595	QF IC (Oriental)	41	67	41	26	0	6	95	MH	16.8		1.18		92
596	QF IC (Oriental)	45	69	35	34	1	13	86	MH	16.6		1.29		93
597	QF IC (Oriental)	64	76	50	25	0	25	75	MH	15.9				
598	QF IC (Oriental)	35	63	50	13	0	4	96	MH	17.4				
599	QF IC (Oriental)	32	46	32	14	0	37	63	ML	17.4	2.82	1.11	53	82
600	QF IC (Oriental)	26	34	33	1	1	47	52	ML	18.5	2.69	0.79		88
601	QF IC (Oriental)	27	30	28	2	5	50	45	SM	17.9	2.70	0.87		83
602	QF IC (Oriental)	23	48	30	18	20	24	56	ML	18.5		0.73		82

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
603	QF IC (Oriental)	23	40	32	8	10	60	30	SM	19.6	2.80	0.75	43	84
604	QF IC (Oriental)	28				33	38	29	SM	18.5	2.84	0.97	49	83
605	QF IC (Oriental)	24	36	26	10	7	90	3	SM	19.4	2.89	0.85	46	83
606	QF IC (Oriental)	20	38	28	10	16	54	30	SM	19.2	2.83	0.77	43	73
607	QF IC (Oriental)	24	43	31	12	16	44	40	SM	19.5	2.72	0.73	42	90
608	QF IC (Oriental)	65	64	53	11	16	45	39	SM	16.6				
609	QF IC (Oriental)	47	60	46	14	0	23	77	MH	16.5		1.32		95
610	QF IC (Oriental)	49	66	51	15	1	23	76	MH	16.6	2.82	1.52	60	90
611	QF IC (Oriental)	49	76	38	39	1	41	58	MH	17.9	2.74	1.28	56	105
612	QF IC (Oriental)	50	54	33	21	9	28	63	MH	17.2	2.80	1.44	59	98
613	QF IC (Oriental)	54	87	61	26	0	14	87	MH	16.1				
614	QF IC (Oriental)	35	37	30	7	14	34	53	ML	17.9		1.00		
615	QF IC (Oriental)	25	35	30	6	11	41	48	SM	19.4		0.74		
616	QF IC (Oriental)	52	65	58	8	0	19	81	MH	15.8		1.56		
617	QF IC (Oriental)	55	50	30	20	10	31	59	ML	16.6				
618	QF IC (Oriental)	64	79	48	31	0	20	80	MH	15.6	2.81	1.95	66	92
619	QF IC (Oriental)	52	100	45	55	0	14	86	MH	16.9	2.78	1.51	60	96
620	QF IC (Oriental)	68	118	57	61	0	14	86	CH	15.8	2.73	1.90	65	98
621	QF IC (Oriental)	65	81	51	30	0	35	65	MH	15.6	2.73	1.89	65	94
622	QF IC (Oriental)	52	61	30	31	1	30	69	MH	16.0	2.71	1.57	61	90
623	QF IC (Oriental)	65	114	53	61	0	24	76	MH	15.9	2.76	1.88	65	96
624	QF IC (Oriental)	42	60	53	7	0	28	72	MH	16.4	2.77	1.41	58	83
625	QF IC (Oriental)	17	83	71	12	0	12	88	MH	16.6	3.05	2.31	70	100
626	QF IC (Oriental)	30	47	36	11	0	26	74	ML	14.6	2.91	1.60	61	55
627	QF IC (Oriental)	34	54	32	22	8	42	50	ML	17.1	3.15	1.49	60	74
628	QF IC (Oriental)	38	77	37	40	0	19	81	MH	18.3	2.91	1.20	54	90
629	QF IC (Oriental)	71	83	71	12	0	84	16	SM	15.5	2.80	2.10	68	95
630	QF IC (Oriental)	88	79	38	41	0	27	73	MH	15.0	2.88	2.60	72	98
631	QF IC (Oriental)	65	70	43	27	1	18	81	MH	16.0	2.79	1.89	65	96
632	QF IC (Oriental)	98	132	64	68	2	54	44	SM	14.0	2.60	2.69	73	95
633	QF IC (Oriental)	29	53	41	12	4	57	39	SM	17.3	2.65	0.99	50	78
634	QF IC (Oriental)	31	53	38	15	1	9	90	MH	18.6		0.83		98
635	QF IC (Oriental)	33	74	46	28	0	9	92	MH	17.8		0.94		93
636	QF IC (Oriental)	41	74	40	34	0	16	84	MH	18.2				
637	QF IC (Oriental)	26	96	60	37	2	9	89	MH	14.8				
638	QF IC (Oriental)	97	147	73	74	0	8	92	CH	14.1				
639	QF IC (Oriental)	31	76	38	38	0	2	98	MH	17.8	2.85	1.10	52	81
640	QF IC (Oriental)	35	50	40	10	0	37	63	MH	17.1	2.83	1.23	55	80
641	QF IC (Oriental)	38	61	39	22	0	6	94	MH	17.0	2.90	1.36	58	82
642	QF IC (Oriental)	22	36	26	10	7	41	52	ML	20.1	2.91	0.76	43	82

DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
643	QF IC (Oriental)	20	39	23	16	2	48	50	SC	21.1	2.90	0.64	39	89
644	QF IC (Oriental)	34	46	37	9	0	36	64	ML	17.6	2.84	1.17	54	83
645	QF IC (Oriental)	40	55	42	13	0	26	74	MH	16.8	2.87	1.40	58	83
646	QF IC (Oriental)	12	36	33	3	0	64	36	SM	20.1	2.85	0.59	37	59
647	QF IC (Oriental)	27	37	28	9	3	54	43	SM	20.3	2.82	0.76	43	100
648	QF IC (Oriental)	28	45	29	16	4	50	46	SM	19.3	2.82	0.86	46	90
649	QF IC (Oriental)	27	38	36	3	0	77	23	SM	18.8	2.83	0.92	48	84
650	QF IC (Oriental)	30	45	32	13	0	31	69	ML	18.7	2.72	0.89	47	91
651	QF IC (Oriental)	20	50	26	24	0	35	65	MH	20.6				
652	QF IC (Oriental)	38	45	29	16	0	43	57	ML	18.3				
653	QF IC (Oriental)	31	51	36	15	0	20	80	MH	19.3				
654	QF IC (Oriental)	47	75	46	29	0	17	83	MH	16.0				
655	QF IC (Oriental)	43	52	32	20	0	24	76	MH	18.0				
656	QF IC (Oriental)	41	64	32	32	1	14	85	MH	17.9				
657	QF IC (Oriental)	35								17.7	2.93	1.19		85
658	QF IC (Oriental)	18	61	32	29	27	27	46	SM	16.6	3.03	1.13		49
659	QF IC (Oriental)	38	55	34	21	7	23	70	MH	16.0	2.94	1.49		76
660	QF IC (Oriental)	32	52	36	16	1	26	73	MH	17.9	2.98	1.15		83
661	QF IC (Oriental)	30	43	31	12	3	35	62	ML	17.3	2.71	0.99		82
662	QF IC (Oriental)	27	49	34	15	2	27	71	ML	18.2	2.95	1.02		78
663	QF IC (Oriental)	35	68	41	27	6	31	63	MH	17.1	3.00	1.31		79
664	QF IC (Oriental)	39	53	44	9	9	37	54	MH	15.6	2.80	1.45		76
665	QF IC (Oriental)	47	59	55	4	2	21	77	MH	16.9		1.28		99
666	QF IC (Oriental)	17	77	52	25	2	27	71	MH	16.7	2.75	1.09	52	67
667	QF IC (Oriental)	37	61	49	12	0	27	73	MH	16.8	2.79	1.28	54	70
668	QF IC (Oriental)	43	26	25	1	15	34	51	MH	17.0	2.82	1.38	58	88
669	QF IC (Oriental)	53	63	41	22	0	23	77	MH	16.5	2.73	1.54	61	94
670	QF IC (Oriental)	56	70	35	35	1	5	94	MH	16.6	2.69	1.53	60	99
671	QF IC (Oriental)	43	48	44	4	1	24	75	ML	16.3		1.36		
672	QF IC (Oriental)	41	65	40	25	1	17	82	MH	17.2	2.87	1.36	58	87
673	QF IC (Oriental)	32	80	45	35	2	40	58	MH	18.6	2.78	0.98	49	92
674	QF IC (Oriental)	21	44	31	13	4	69	27	SM	19.0	2.83	0.80	44	73
675	QF IC (Oriental)	49								15.5	2.62	1.48		87
676	QF IC (Oriental)	22	34	26	8	25	31	44	SM	18.9	2.77	0.79	44	78
677	QF IC (Oriental)	26	43	29	14	0	27	73	ML	19.2	2.92	0.92	48	83
678	QF IC (Oriental)	19	33	30	3	0	56	44	SM	16.8		0.96		
679	QF IC (Oriental)	47	54	40	14	0	30	70	MH	16.6	2.75	1.44	59	91
680	QF IC (Oriental)	44	59	42	17	0	8	92	MH	16.9	2.71	1.31	57	91
681	QF IC (Oriental)	28	43	33	10	0	78	22	SM	18.3	2.88	1.01	50	79
682	QF OX (Oriental)	36	44	35	9	29	23	47	SM	16.0				



DATO	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
683	QLL	29	63	40	23	9	8	83	MH	18.6				
684	QLL	23	31	24	7	12	44	44	SM	19.1				85
685	QLL	35	57	37	20	0	7	93	MH	14.5				82
686	QLL	31	54	44	9	5	54	41	SM	16.3				
687	QLL	23	29	26	3	13	29	58	ML	19.5		0.63		95
688	QLL	36	44	38	7	8	52	41	SM	17.5				
689	QLL	48	65	50	16	4	23	73	MH	16.4				
690	QLL	25	59	41	18	1	25	74	MH	17.0				
691	QLL	32	42	38	4	3	37	60	ML	17.2				
692	QLL	17	39	18	21	8	22	70	CL	21.2				
693	QLL	36	60	27	33	1	19	80	CH	17.5				
694	QLL	26	56	30	26	11	27	62	MH	19.3				
695	QLL	42	60	42	18	0	14	86	MH	17.7				
696	QLL	40	33	29	4	2	61	37	SM	16.7	2.65	1.23	55	87
697	QLL	24								18.9				
698	QLL	24								18.9				
699	QLL Macrocaolinita	56	64	54	10	0	34	66	MH	14.8				
700	QLL Macrocaolinita	36	59	51	8	0	37	63	MH	14.9				
701	QLL Macrocaolinita	35	54	46	7	0	48	52	MH	12.9				
702	QLL Macrocaolinita	42	54	49	5	0	46	54	MH	15.2				

**Tabla 8-3. Base de datos general. Resultados del Corte Directo CD. Los valores en rojo son puntos que dilatan**

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
1	Ceniza Volcánica	110.0	150.0	200.0		63.8	78.7	101.2		23	17
2	IB Anfíbolita	39.0	79.0	139.0		49.0	60.1	140.5		43	2
3	IB Anfíbolita	39.0	79.0	159.0		25.0	45.8	99.9		32	-1
4	IB Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		81.3	142.7	243.1		28	31
5	IB Anfíbolita	90.0	180.0	360.0		98.5	131.2	242.0		29	43
6	IB Anfíbolita	40.0	80.0	160.0		44.1	65.9	105.9		27	24
7	IB Aplita	43.0	87.5	175.0		23.7	75.4	116.4		34	4
8	IB Basalto	119.8	239.6	479.3		58.3	121.5	212.3		23	13
9	IB Brecha Volcánica	35.0	70.0	120.0		82.2	108.7	133.7		31	63
10	IB Brecha Volcánica	35.0	70.0	120.0		86.5	113.7	139.8		32	67
11	IB Cuarzodiorita	37.5	75.0	150.0		41.5	73.2	113.9		32	21
12	IB Diorita	40.0	60.0	90.0	120.0	90.8	57.1	108.5	118.7	29	52
13	IB Dunita	75.0	150.0	300.0		42.6	52.0	116.5		19	10
14	IB Dunita	74.0	149.0	298.0		94.3	146.7	202.6		25	67
15	IB Dunita	69.0	119.0	219.0		125.0	105.3	177.7		22	81

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
16	IB Dunita	54.0	89.0	159.0		51.4	83.1	97.8		22	36
17	IB Dunita	149.4	298.7	448.1		128.2	225.8	298.9		30	47
18	IB Dunita	99.6	199.1	298.7		77.5	108.5	139.0		17	47
19	IB Dunita	80.0	110.0	140.0	160.0	85.6	98.1	109.0	135.3	30	36
20	IB Dunita	120.0	170.0	210.0	260.0	73.6	93.1	113.0	127.1	21	27
21	IB Esquisto	49.9	99.9	199.7		39.2	38.9	57.9		8	30
22	IB Gabro	29.0	59.0	119.0		94.5	117.7	193.9		48	58
23	IB Gabro	42.0	60.0	97.0		15.0	32.6	66.5		43	-24
24	IB Gabro	39.0	79.0	159.0		40.4	56.7	123.3		35	8
25	IB Gabro	39.0	79.0	159.0		34.3	64.6	117.8		35	8
26	IB Gabro	49.0	99.0	199.0		37.1	58.4	130.0		32	2
27	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		65.2	115.3	153.0		29	46
28	IB Gneis	70.1	140.2	280.5		38.6	76.5	151.2		28	1
29	IB Gneis	110.2	220.5	440.7		62.5	113.7	185.3		20	27
30	IB Gneis	59.0	120.0	240.0		52.0	100.0	140.0		25	32
31	IB Gneis	62.5	125.0	250.0		65.0	114.3	188.6		33	28
32	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		69.8	97.1	144.5		26	46
33	IB Gneis	75.0	150.0	300.0		63.6	164.1	249.8		38	21
34	IB Granodiorita	75.1	150.3	300.5		41.7	96.2	187.5		33	-4
35	IB Granodiorita	89.9	179.7	359.5		103.5	129.7	168.9		13	84
36	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		39.5	96.1	154.5		37	11
37	IB Granodiorita	59.0	119.0	239.0		49.1	92.7	123.6		21	34
38	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.1	117.4	165.3		35	32
39	IB Granodiorita	30.0	60.0	100.0		65.5	91.1	118.9		37	44
40	IB Granodiorita	30.0	60.0	100.0		52.6	75.4	100.3		34	33
41	IB Granodiorita	50.1	100.2	200.3		22.4	61.4	107.2		29	-1
42	IB Granodiorita	49.9	99.9	199.7		37.0	85.2	135.3		32	12
43	IB Granodiorita	50.1	100.2	200.3		33.3	61.4	109.5		27	9
44	IB Granodiorita	34.0	69.0	139.0		36.8	66.8	131.9		42	5
45	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		42.4	48.6	132.4		32	1
46	IB Granulita	28.0	112.0			66.0	200.0			58	21
47	IB Migmatita	34.0	49.0	79.0		15.4	57.0	30.4		9	26
48	IB Migmatita	39.0	79.0	159.0		33.5	70.4	90.1		24	24
49	IB Migmatita	59.0	119.0	239.0		42.4	83.0	122.8		23	23
50	IC Aglomerado	100.0	200.0	300.0		52.7	110.2	148.6		26	8
51	IC Aglomerado	100.0	200.0	300.0		55.7	119.5	204.1		37	-22
52	IC Andesita	25.0	50.0	125.0	175.0	4.5	28.7	52.0	92.6	28	-6
53	IC Anfíbolita	40.1	80.1	160.3		27.7	63.3	110.2		34	4
54	IC Anfíbolita	59.9	119.8	239.6		42.2	80.4	155.5		32	5
55	IC Anfíbolita	50.0	100.0	200.0		86.5	112.6	180.6		32	53

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
56	IC Anfíbolita	150.0	250.0	300.0		170.4	223.4	269.4		33	71
57	IC Anfíbolita	80.0	150.0	200.0		35.7	50.8	81.3		20	3
58	IC Anfíbolita	60.0	125.0	200.0	250.0	107.6	130.7	189.4	228.4	33	61
59	IC Anfíbolita	50.0	100.0	125.0		32.0	43.5	81.2		31	-2
60	IC Anfíbolita	79.0	139.0	259.0		51.5	80.3	147.0		28	8
61	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		96.6	187.0	300.6		34	40
62	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		100.1	110.4	281.0		41	15
63	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		56.1	104.8	157.2		29	31
64	IC Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		46.2	124.1	209.6		28	3
65	IC Anfíbolita	140.0	280.0	560.0		80.0	155.0	260.0		23	28
66	IC Anfíbolita	30.0	60.0	120.0		30.0	46.0	60.0		18	23
67	IC Anfíbolita	35.0	70.0	140.0		23.0	33.0	68.0		24	6
68	IC Anfíbolita	95.0	190.0	380.0		65.0	95.0	190.0		24	18
69	IC Anfíbolita	137.0	160.0	208.0		122.0	124.0	166.0		33	26
70	IC Anfíbolita	120.6	239.8			73.4	132.2			26	14
71	IC Anfíbolita	40.0	80.0	160.0		65.0	78.8	137.3		32	36
72	IC Anfíbolita	34.0	69.0	139.0		20.7	53.3	75.1		26	10
73	IC Anfíbolita	29.0	59.0	119.0		34.8	43.3	73.2		24	20
74	IC Anfíbolita	109.0	219.0	417.0		129.4	154.2	306.9		31	48
75	IC Anfíbolita	72.0	149.0	298.0		88.8	182.9	247.8		34	58
76	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		65.7	115.1	210.6		33	18
77	IC Anfíbolita	122.0	245.0	492.0		121.7	332.0	479.7		42	49
78	IC Anfíbolita	84.0	169.0	338.0		53.3	101.1	187.6		28	10
79	IC Anfíbolita	79.0	139.0	259.0		55.4	108.9	220.9		43	-18
80	IC Anfíbolita	99.0	199.0	348.0		59.0	60.6	122.5		15	23
81	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		77.9	143.0	242.0		28	29
82	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		25.5	60.2	107.4		24	2
83	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		64.4	123.1	200.5		24	26
84	IC Anfíbolita	59.0	104.0	194.0		55.3	93.4	113.8		22	39
85	IC Anfíbolita	89.0	184.0	368.0		59.1	120.7	180.7		23	30
86	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		45.2	90.5	203.8		42	-11
87	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		69.3	118.0	223.3		35	17
88	IC Anfíbolita	39.0	79.0	159.0		41.7	114.7	187.9		50	6
89	IC Anfíbolita	29.0	59.0	119.0		24.4	77.6	69.9		23	29
90	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		53.2	86.6	145.1		26	16
91	IC Anfíbolita	39.0	59.0	99.0		27.8	43.3	94.3		49	-19
92	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		41.0	67.1	134.6		26	-1
93	IC Anfíbolita	74.0	134.0	388.0		73.6	81.1	180.1		19	41
94	IC Anfíbolita	94.0	169.0	318.0		59.1	93.9	166.6		26	13
95	IC Anfíbolita	69.0	119.0	219.0		70.0	59.5	90.6		9	51

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
96	IC Anfibolita	50.1	100.2	200.3		31.1	60.6	127.7		33	-2
97	IC Anfibolita	25.0	50.1	100.2		40.2	48.9	81.8		30	24
98	IC Anfibolita	74.9	149.8	299.5		56.4	96.8	156.6		24	26
99	IC Anfibolita	80.1	160.3	320.5		42.8	88.3	205.7		34	-16
100	IC Anfibolita	60.1	120.2	240.4		31.1	92.1	145.5		31	4
101	IC Anfibolita	40.1	80.1	160.3		32.6	56.8	120.5		37	1
102	IC Anfibolita	136.0	272.0	544.0		175.0	225.0	375.0		27	100
103	IC Anfibolita	59.0	99.0	179.0		48.2	89.8	136.9		36	11
104	IC Anfibolita	69.0	119.0	219.0		39.8	64.1	128.9		31	-4
105	IC Anfibolita	50.0	100.0	200.0		47.1	82.9	150.7		35	13
106	IC Anfibolita	70.0	140.0	280.0		52.7	99.5	131.9		20	37
107	IC Arcillolita	46.0	92.0	184.0		40.0	45.0	65.0		11	30
108	IC Basalto	49.0	99.0	199.0		54.2	105.1	148.4		31	33
109	IC Basalto	74.0	149.0	298.0		91.2	100.5	248.1		37	18
110	IC Brecha Volcánica	60.0	120.0	200.0		162.2	207.5	241.3		29	133
111	IC Brecha Volcánica	40.0	80.0	150.0		86.1	255.3	303.6		61	50
112	IC Brecha Volcánica	60.0	120.0	200.0		101.0	136.6	169.2		26	74
113	IC Carbón	79.0	144.0	269.0		27.7	55.9	161.7		36	-37
114	IC Carbón	89.0	159.0	298.0		48.5	103.9	160.4		27	10
115	IC Cuarzodiorita	100.0	200.0	400.0		75.8	134.1	256.2		31	15
116	IC Cuarzodiorita	100.0	200.0	400.0		89.6	103.4	271.5		33	6
117	IC Diorita	50.0	100.0	200.0		73.4	110.3	162.9		30	47
118	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		37.4	61.2	117.1		34	9
119	IC Diorita	71.2	142.5	280.9		61.2	125.6	195.6		32	25
120	IC Diorita	68.0	136.0	272.0		35.0	52.0	93.0		16	15
121	IC Diorita	49.0	98.0	196.0		44.0	60.0	130.0		31	9
122	IC Diorita	62.5	125.0	250.0		49.5	82.5	175.6		34	3
123	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		90.0	157.9	278.8		32	30
124	IC Diorita	37.0	74.0	146.0		33.0	54.0	100.0		32	9
125	IC Diorita	74.0	150.0	300.0		45.6	81.4	116.5		17	28
126	IC Diorita	140.0	250.0	400.0		66.1	101.7	171.5		22	5
127	IC Diorita	100.0	140.0	180.0		68.9	80.0	118.9		32	2
128	IC Diorita	250.0	290.0	360.0	400.0	166.5	169.2	221.3	254.4	32	3
129	IC Diorita	140.0	180.0	220.0	300.0	119.4	95.4	136.8	163.6	19	56
130	IC Diorita	200.0	240.0	280.0	320.0	139.6	172.0	185.5	204.6	28	40
131	IC Diorita	320.0	340.0	380.0	420.0	213.6	263.9	249.9	266.0	20	114
132	IC Diorita	130.0	160.0	190.0	210.0	82.5	95.6	106.0	130.7	29	7
133	IC Diorita	150.0	170.0	230.0	260.0	110.6	126.4	144.1	164.7	24	46
134	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		38.1	58.0	69.3		14	32
135	IC Diorita	30.0	60.0	120.0		38.8	56.1	86.7		28	24

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
136	IC Diorita	30.0	40.0	60.0		34.7	39.9	44.1		17	27
137	IC Diorita	150.0	200.0	250.0		263.4	332.9	207.6		-29	379
138	IC Diorita	60.0	120.0	240.0		71.1	89.3	135.5		20	48
139	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		98.1	153.0	184.2		34	83
140	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		96.5	176.0	272.1		30	48
141	IC Dunita	69.9	139.8	279.6		67.3	113.6	224.8		37	12
142	IC Dunita	36.0	72.0	140.0		32.0	58.0	75.4		22	22
143	IC Dunita	104.0	194.0	368.0		44.2	88.8	175.7		26	-8
144	IC Dunita	109.0	199.0	378.0		78.2	134.6	253.5		33	6
145	IC Dunita	89.0	179.0	358.0		71.1	160.0	231.5		30	36
146	IC Dunita	39.0	79.0	159.0		7.8	41.1	68.9		26	-6
147	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		31.0	51.4	91.9		19	11
148	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		62.2	80.0	121.1		15	42
149	IC Dunita	99.0	199.0	398.0		111.6	238.4	357.4		38	52
150	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		75.6	123.8	202.0		29	37
151	IC Dunita	99.0	199.0	348.0		69.8	123.2	190.4		26	24
152	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		50.2	73.9	121.5		22	27
153	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		86.7	140.5	261.8		38	26
154	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		61.2	81.0	179.7		29	12
155	IC Dunita	59.9	119.8	239.6		45.2	83.0	148.4		30	13
156	IC Dunita	124.5	239.0	477.9		79.0	112.2	223.2		23	21
157	IC Dunita	179.2	360.9	721.9		119.6	209.8	364.5		24	43
158	IC Dunita	174.2	338.5	510.3	425.7	111.8	181.9	165.5	175.5	9	98
159	IC Dunita	129.4	261.4	522.7		89.1	169.6	203.1		15	73
160	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		105.1	181.1	242.2		25	39
161	IC Dunita	124.5	248.9	497.9		76.4	126.7	283.2		29	-2
162	IC Dunita	112.0	246.6	440.6		84.2	101.4	201.3		20	31
163	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		94.3	169.9	221.7		23	35
164	IC Dunita	37.5	75.0	150.0		47.8	73.8	101.0		25	34
165	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		63.7	122.4	213.6		45	18
166	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		67.1	93.8	145.8		28	41
167	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		46.7	41.4	119.8		28	8
168	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		28.6	58.4	107.8		28	4
169	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		52.8	68.2	119.4		24	27
170	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		72.0	91.3	141.6		25	47
171	IC Dunita	150.0	300.0	500.0		215.5	297.2	505.0		40	74
172	IC Dunita	70.0	100.0	150.0	250.0	71.1	104.2	109.7	147.5	21	54
173	IC Dunita	150.0	190.0	230.0	320.0	94.9	121.9	129.4	166.7	22	39
174	IC Dunita	90.0	130.0	200.0	280.0	106.3	142.5	181.7	232.4	33	53
175	IC Dunita	80.0	130.0	180.0	220.0	84.7	102.9	151.1	162.0	31	34

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
176	IC Esquisto	125.2	250.4	500.9		62.9	171.2	304.6		32	-4
177	IC Esquisto	125.2	250.2	500.9		52.7	170.1	252.7		27	12
178	IC Esquisto	50.1	100.2	200.3		34.1	57.6	89.0		20	18
179	IC Esquisto	125.2	250.4	500.9		70.1	151.9	262.5		27	15
180	IC Esquisto	50.1	100.2	200.3		26.5	47.4	100.4		26	0
181	IC Esquisto	39.0	59.0	99.0		33.2	42.7	84.8		42	-5
182	IC Esquisto	39.0	59.0	99.0		32.1	52.5	81.1		39	3
183	IC Esquisto	74.0	134.0	249.0		61.1	87.2	151.1		27	21
184	IC Esquisto	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0		36	2
185	IC Gabro	100.0	200.0	400.0		100.5	154.2	267.3		29	44
186	IC Gabro	75.0	150.0	300.0		79.6	138.2	243.5		36	27
187	IC Gabro	75.0	100.0	125.0		54.1	64.9	70.1		18	31
188	IC Gabro	80.0	150.0	250.0		144.3	182.6	238.1		29	100
189	IC Gabro	120.0	200.0	300.0		134.6	160.2	218.2		25	74
190	IC Gabro	150.3	300.5	601.0		75.7	161.1	320.4		28	-4
191	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		108.9	148.2	320.4		44	23
192	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		78.0	140.3	204.3		29	46
193	IC Gabro	39.0	79.0	159.0	328.0	94.9	74.9	83.0	300.9	38	22
194	IC Gabro	49.0	79.0	139.0	259.0	72.3	119.1	172.8	299.4	46	27
195	IC Gabro	48.0	73.0	97.0		27.0	33.2	54.6		29	-2
196	IC Gabro	91.0	134.0	307.0		70.7	82.2	127.6		15	47
197	IC Gabro	59.0	99.0	179.0		31.5	87.9	110.9		31	8
198	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		44.8	99.5	148.9		29	21
199	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		53.5	110.1	100.8		12	58
200	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		94.4	123.0	171.5		19	70
201	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		91.3	164.3	251.4		35	48
202	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		57.4	98.9	135.3		26	40
203	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		83.5	126.9	246.7		36	24
204	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		42.7	83.5	148.4		35	11
205	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		45.4	62.0	66.6		18	37
206	IC Gabro	79.9	159.8	319.5		66.2	62.0	136.0		18	29
207	IC Gabro	125.0	250.0	500.0		165.4	202.7	456.6		39	38
208	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		53.3	105.9	188.5		31	12
209	IC Gabro	79.0	159.0	318.0		46.7	83.6	136.7		20	20
210	IC Gabro	79.0	159.0	318.0		41.1	92.6	153.0		24	11
211	IC Gabro	199.7	399.4	698.4	599.1	102.4	201.8	369.2	272.8	27	-1
212	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		46.7	67.1	141.3		28	10
213	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		31.0	92.0	169.2		31	-7
214	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		73.9	106.1	185.2		24	35
215	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		47.1	76.4	155.3		23	8

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
216	IC Gabro	134.0	245.0	467.0		71.0	119.3	143.1		11	55
217	IC Gabro	94.0	169.0	318.0		58.2	100.3	165.4		25	16
218	IC Gabro	94.0	179.0	368.0		79.5	160.5	245.9		30	38
219	IC Gabro	128.0	239.0	455.0		61.5	86.0	173.9		19	11
220	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		69.5	122.0	194.4		29	34
221	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		64.2	96.0	141.1		27	42
222	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		47.7	85.1	125.5		23	28
223	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		58.0	124.3	174.5		32	33
224	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		52.2	134.7	220.6		36	10
225	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		75.1	81.8	163.3		32	35
226	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		18.3	18.2	29.4		11	9
227	IC Gabro	24.0	34.0	49.0		6.1	21.3	15.4		17	3
228	IC Gabro	99.6	199.1	398.3		93.6	156.5	204.2		19	70
229	IC Gabro	149.4	298.7	597.4		108.5	218.8	383.5		31	26
230	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		23.9	101.6	158.3		34	-4
231	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		50.9	83.6	163.5		31	11
232	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.1	83.6	113.0		23	32
233	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		81.4	125.5	228.3		26	30
234	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		44.5	85.5	146.2		34	14
235	IC Gneis	80.0	160.0	260.0		50.1	84.5	145.5		28	4
236	IC Gneis	200.0	300.0	400.0	500.0	139.8	181.9	218.4	277.8	24	47
237	IC Gneis	150.0	250.0	350.0		134.3	183.5	244.9		29	49
238	IC Gneis	150.0	200.0	250.0		106.0	155.9	171.1		33	14
239	IC Gneis	30.0	60.0	90.0		73.2	92.4	105.4		28	58
240	IC Gneis	40.0	80.0	120.0		74.8	107.6	145.5		41	39
241	IC Gneis	90.0	180.0	360.0		78.8	121.0	218.6		28	30
242	IC Gneis	300.0	450.0	500.0		173.5	250.3	286.4		29	7
243	IC Gneis	120.0	200.0	300.0		117.6	172.6	217.7		29	55
244	IC Gneis	125.0	175.0	250.0		88.1	109.5	125.2		16	54
245	IC Gneis	100.0	135.0	170.0		95.3	87.0	130.7		27	36
246	IC Gneis	165.0	216.0	300.0		101.3	142.0	241.1		46	-77
247	IC Gneis	30.0	65.0	110.0		71.2	70.5	59.9		-8	77
248	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		87.4	119.4	244.5		41	25
249	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		67.4	166.9	287.5		36	7
250	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		87.8	127.0	225.3		25	39
251	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		115.3	114.9	142.5		13	89
252	IC Gneis	120.0	180.0	240.0		127.1	151.8	189.4		27	63
253	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		78.7	96.6	156.4		35	9
254	IC Gneis	100.0	180.0	240.0		99.4	127.5	164.8		25	51
255	IC Gneis	80.0	100.0	180.0		62.6	79.5	131.5		34	10

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
256	IC Gneis	80.0	100.0	160.0		33.1	49.3	71.7		25	-1
257	IC Gneis	109.0	218.0	436.0		90.0	125.0	225.0		23	40
258	IC Gneis	118.0	236.0	472.0		75.0	145.0	270.0		29	13
259	IC Gneis	69.0	119.0	219.0		47.2	95.5	144.4		32	11
260	IC Gneis	75.0	130.0	220.0		71.6	117.6	161.1		31	31
261	IC Gneis	100.0	180.0	250.0		97.0	134.8	163.3		24	53
262	IC Gneis	39.0	79.0	159.0		53.7	75.8	145.6		38	20
263	IC Gneis	50.0	90.0	110.0	140.0	67.5	109.0	122.1	143.9	40	28
264	IC Gneis	70.0	100.0	130.0	180.0	81.1	126.4	104.7	146.6	26	55
265	IC Gneis	15.0	30.0	60.0		50.0	70.0	100.0		48	35
266	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		51.4	75.2	206.6		42	-13
267	IC Gneis	39.0	79.0	159.0		63.6	73.5	124.1		28	39
268	IC Gneis	74.0	149.0	298.0		86.7	159.6	204.6		26	64
269	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		52.9	101.3	168.2		32	20
270	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		65.1	118.6	181.0		32	35
271	IC Gneis	79.0	144.0	269.0		104.8	163.2	187.6		22	86
272	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		43.3	26.9	84.1		17	15
273	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		150.0	190.0	305.0		23	93
274	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		180.0	240.0	405.0		31	98
275	IC Gneis	78.0	155.0	310.0		80.0	165.0	320.0		46	2
276	IC Gneis	100.0	200.0	300.0		92.4	113.3	201.6		29	27
277	IC Gneis	100.0	125.0	175.0		57.7	64.3	96.6		28	1
278	IC Gneis	100.0	150.0	200.0		38.3	85.6	131.0		43	-54
279	IC Gneis	50.0	125.0	175.0		20.0	72.0	63.1		20	8
280	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		104.6	150.5	237.1		24	61
281	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		113.2	180.0	367.9		30	19
282	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		76.9	135.6	205.0		29	42
283	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		54.9	130.0	220.3		36	10
284	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		91.6	202.8	332.7		38	27
285	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		169.8	304.7	441.8		30	101
286	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		98.7	171.6	315.9		30	27
287	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		39.6	124.7	205.4		35	-1
288	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		130.0	190.0	275.0		32	88
289	IC Gneis	75.0	150.0	301.0		35.0	68.0	117.0		20	11
290	IC Gneis	100.0	201.0	400.0		67.0	128.0	227.0		28	17
291	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.9	74.4	134.2		30	18
292	IC Gneis	119.8	249.6	499.2		43.7	95.3	220.9		25	-17
293	IC Gneis	99.9	249.6	449.3		72.5	124.8	255.6		28	10
294	IC Gneis	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0		36	2
295	IC Gneis	59.9	119.8	239.6		63.5	97.9	177.9		33	24



DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
296	IC Gneis	79.9	159.8	319.5		62.8	99.8	203.7		31	11
297	IC Gneis	100.2	200.3	400.7		75.8	131.1	236.0		28	23
298	IC Granodiorita	68.9	118.8	218.6		64.8	82.5	121.7		21	38
299	IC Granodiorita	25.0	50.1	100.2		17.4	29.6	59.9		30	2
300	IC Granodiorita	39.9	79.9	159.8		29.2	50.8	103.9		32	3
301	IC Granodiorita	159.8	319.5	639.0		102.0	185.0	312.4		23	38
302	IC Granodiorita	40.1	80.1	160.3		36.4	38.6	86.8		24	12
303	IC Granodiorita	30.0	60.0	120.0		58.2	93.3	118.9		33	45
304	IC Granodiorita	30.0	60.0	120.0		91.2	89.9	134.8		28	69
305	IC Granodiorita	30.0	60.0	120.0		56.4	70.2	117.6		35	33
306	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		68.9	104.0	155.0		29	43
307	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		65.0	108.1	156.3		31	41
308	IC Granodiorita	25.0	50.0	100.0		29.5	45.2	92.6		41	6
309	IC Granodiorita	30.0	60.0	120.0		66.8	73.9	101.5		22	53
310	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		21.5	42.1	81.9		22	2
311	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.2	101.9	181.6		29	19
312	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.9	91.9	155.9		31	16
313	IC Granodiorita	89.0	179.0	358.0		91.8	211.9	357.7		44	19
314	IC Granodiorita	75.0	150.0	300.0		78.4	119.9	225.9		34	25
315	IC Granodiorita	62.5	125.0	250.0		66.9	110.9	161.7		26	41
316	IC Granodiorita	100.0	140.0	180.0		72.1	102.1	112.3		27	25
317	IC Granodiorita	200.0	240.0	300.0		128.9	156.0	183.9		28	22
318	IC Granodiorita	80.0	120.0	160.0		63.3	90.4	104.0		27	25
319	IC Granodiorita	220.0	260.0	320.0		156.0	203.1	214.8		29	43
320	IC Granodiorita	200.0	280.0	360.0		146.9	226.1	242.3		31	38
321	IC Granodiorita	99.9	199.7	399.4		63.5	124.5	230.5		29	10
322	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.9		36.6	54.6	103.1		24	12
323	IC Granodiorita	160.0	190.0	240.0	280.0	143.2	158.8	173.1	193.0	22	81
324	IC Granodiorita	220.0	260.0	300.0	340.0	180.6	201.2	224.7	246.0	29	59
325	IC Granodiorita	59.0	118.0	236.0		40.0	88.0	140.0		29	14
326	IC Granodiorita	25.0	49.9	99.9		26.9	37.4	59.1		23	16
327	IC Granodiorita	25.0	50.1	100.2		22.7	48.9	64.4		27	15
328	IC Granodiorita	30.0	60.0	100.0		53.2	71.6	87.5		26	40
329	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		61.4	99.8	156.5		20	27
330	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.9	123.9	179.9		27	31
331	IC Granodiorita	99.9	199.7	399.4		77.4	124.8	192.1		21	44
332	IC Granodiorita	89.9	179.7	359.5		73.6	99.4	213.8		28	16
333	IC Granodiorita	75.1	150.3	300.5		8.7	69.7	102.3		21	-8
334	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.7		46.0	78.1	103.9		20	33
335	IC Granodiorita	75.1	150.3	300.5		42.8	115.2	181.8		31	9

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
336	IC Granodiorita	74.9	149.8	299.5		56.8	97.5	189.1		31	11
337	IC Granodiorita	220.4	440.7	881.5		132.6	242.0	438.4		25	34
338	IC Granodiorita	240.4	480.8	961.6		107.9	281.4	509.2		29	-6
339	IC Granodiorita	70.1	140.2	280.5		21.4	62.2	151.4		32	-23
340	IC Granodiorita	109.8	219.7	439.3		61.0	130.0	230.0		27	11
341	IC Granodiorita	179.7	359.5	718.9		113.6	201.4	366.6		25	31
342	IC Granodiorita	120.2	240.4	480.8		55.1	149.1	258.2		29	1
343	IC Granodiorita	110.2	220.4	440.7		77.6	131.9	280.6		32	3
344	IC Granodiorita	259.6	519.2	1038.4		155.5	270.6	586.0		29	-2
345	IC Granodiorita	129.8	259.6	519.2		83.0	174.9	287.0		27	27
346	IC Granodiorita	50.1	100.2	200.3		23.5	45.8	104.6		29	-6
347	IC Granodiorita	70.1	140.2	280.5		46.6	77.3	160.6		29	5
348	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.7		57.9	81.9	128.2		25	35
349	IC Granodiorita	199.7	399.4	798.8		102.0	212.7	422.3		28	-3
350	IC Granodiorita	199.7	399.4	798.8		138.3	255.6	472.4		29	30
351	IC Granodiorita	84.0	149.0	279.0		46.1	85.7	164.5		31	-5
352	IC Granodiorita	69.9	139.8	279.6		50.1	77.7	162.6		29	8
353	IC Granodiorita	109.8	219.7	449.3		58.7	125.6	216.4		24	16
354	IC Granodiorita	160.3	320.5	651.1		86.2	183.6	321.5		25	20
355	IC Granodiorita	519.2	778.8	1168.2		309.8	451.8	630.5		26	60
356	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.9		41.1	78.5	127.4		29	17
357	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.7		35.1	79.6	132.3		32	9
358	IC Granodiorita	75.1	150.3	300.5		44.7	79.6	151.9		25	9
359	IC Granodiorita	121.0	241.0	483.0		55.0	125.0	195.0		20	20
360	IC Granodiorita	199.0	397.0	795.0		100.0	135.0	360.0		24	-13
361	IC Granodiorita	109.0	219.0	438.0		70.0	110.0	210.0		23	20
362	IC Granodiorita	54.0	108.0	217.0		80.0	128.0	192.0		34	48
363	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		47.6	63.1	108.5		27	15
364	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		71.3	123.0	209.4		27	19
365	IC Granodiorita	119.0	219.0	418.0		101.9	165.9	233.0		23	60
366	IC Granodiorita	99.0	169.0	338.0		82.7	106.6	206.1		28	25
367	IC Granodiorita	84.0	169.0	338.0		70.6	121.4	233.5		33	15
368	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		29.0	62.9	104.7		32	9
369	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0	318.0	41.7	67.3	134.1	223.2	33	19
370	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.0	97.5	179.4		36	7
371	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		43.3	51.6	134.2		39	3
372	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	70.0	101.4		22	25
373	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		23.3	51.2	131.5		42	-16
374	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		63.8	100.6	189.8		35	20
375	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		55.0	84.8	140.5		25	28

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
376	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		109.0	152.7	269.9		36	51
377	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		44.4	82.2	148.7		35	12
378	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.1	80.9	135.8		32	13
379	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	116.5	190.8		30	23
380	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		50.4	82.8	153.7		30	16
381	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		63.6	129.9	184.0		27	37
382	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	90.8	110.9		12	50
383	IC Granodiorita	79.0	159.0	318.0		88.3	160.5	262.2		36	38
384	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		35.9	71.2	109.4		25	17
385	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		39.9	87.0	116.5		22	26
386	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		43.7	69.9	163.0		34	-2
387	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		60.2	101.9	161.2		24	31
388	IC Granodiorita	69.0	139.0	279.0		75.2	131.2	192.7		28	45
389	IC Granodiorita	109.0	199.0	378.0		105.8	117.0	225.4		25	43
390	IC Granodiorita	109.0	204.0	388.0		80.9	70.8	213.2		27	1
391	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		54.5	77.9	155.9		25	16
392	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		52.3	90.3	138.3		29	29
393	IC Granodiorita	71.6	149.0	298.0		57.4	102.5	148.0		21	36
394	IC Granodiorita	124.0	249.0	498.0		62.8	97.6	237.0		26	-7
395	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		30.6	59.4	130.2		29	-4
396	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		46.7	109.4	174.6		29	14
397	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		54.2	83.7	142.8		26	25
398	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		22.8	80.6	143.8		28	-9
399	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		17.9	44.9	78.6		26	-8
400	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.1	87.1	139.2		20	32
401	IC Granodiorita	49.0	79.0	139.0		28.9	40.7	74.2		27	3
402	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		87.9	112.1	175.7		19	50
403	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	86.6	173.5		42	-3
404	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		57.0	77.9	152.0		28	20
405	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.2	85.1	187.0		42	5
406	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		53.8	98.6	116.5		18	45
407	IC Granofels	250.0	350.0	450.0	550.0	183.7	226.9	280.9	286.4	20	100
408	IC Granofels	350.0	450.0	500.0	600.0	160.6	286.4	275.7	304.9	29	-3
409	IC Granofels	84.0	169.0	338.0		85.0	160.0	240.0		31	45
410	IC Granulita	76.0	153.0	306.0		168.0	300.0	465.0		52	86
411	IC Granulita	26.5	54.2	109.7		28.2	32.6	59.0		21	15
412	IC Granulita	85.0	147.0	270.0		35.6	73.9	95.6		17	18
413	IC Granulita	115.9	208.3	393.2		33.1	71.4	79.6		9	25
414	IC Granulita	115.9	208.3	393.2		64.8	96.7	183.6		23	11
415	IC marmol	30.0	60.0	120.0		43.7	65.6	102.1		33	25

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
416	IC marmol	30.0	60.0	120.0		45.6	58.4	93.1		28	28
417	IC Metabasitas	38.9	58.9	98.8		34.5	64.7	98.0		46	-2
418	IC Metabasitas	39.0	59.0	99.0		46.5	40.7	60.5		15	32
419	IC Migmatita	149.8	299.5	599.1		77.0	192.5	325.5		28	11
420	IC Migmatita	120.2	250.4	500.9		81.1	159.5	274.7		27	26
421	IC Migmatita	94.0	169.0	318.0		51.6	70.1	148.1		24	4
422	IC Migmatita	64.0	109.0	199.0		127.5	182.9	197.0		25	112
423	IC Migmatita	69.0	139.0	279.0		60.4	76.7	206.0		36	-4
424	IC Migmatita	109.0	204.0	388.0		87.5	134.6	311.9		40	-15
425	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		79.4	151.0	196.3		26	57
426	IC Migmatita	149.0	298.0	498.0		110.2	213.3	308.0		29	34
427	IC Migmatita	99.0	199.0	398.0		90.4	177.7	266.5		30	46
428	IC Migmatita	99.0	199.0	398.0		108.2	167.8	285.4		31	50
429	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		59.0	95.0	157.3		33	29
430	IC Migmatita	69.0	119.0	219.0		60.9	111.9	246.4		51	-30
431	IC Migmatita	108.8	198.7	378.3		84.3	108.3	227.8		29	14
432	IC Migmatita	59.9	119.8	239.6		48.2	93.8	140.1		26	25
433	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.1	37.9	115.4		37	-9
434	IC Migmatita	170.3	340.6	681.2		137.5	200.8	521.2		38	-23
435	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		58.1	109.9	166.5		25	30
436	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.5	80.4	129.7		26	15
437	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.5	73.0	137.1		33	8
438	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		43.0	73.6	120.9		23	20
439	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.6	54.7	75.4		20	20
440	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		37.1	59.9	108.1		22	13
441	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		40.9	81.8	155.5		27	4
442	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		24.1	70.4	108.7		24	5
443	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.3	71.3	115.6		27	18
444	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		29.2	35.5	106.4		28	-6
445	IC Migmatita	64.0	109.0	199.0		56.0	80.4	111.8		22	33
446	IC Migmatita	64.0	109.0	199.0		60.1	101.8	116.9		21	45
447	IC Migmatita	60.0	97.0	171.0		39.4	53.4	92.3		26	9
448	IC Migmatita	74.0	134.0	249.0		61.5	114.6	149.6		26	36
449	IC Migmatita	99.0	179.0	368.0		101.5	103.0	253.1		31	22
450	IC Migmatita	89.0	179.0	358.0		66.8	157.7	246.2		33	23
451	IC Migmatita	69.0	139.0	279.0		59.2	79.1	157.1		26	21
452	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		64.5	127.9	161.2		27	48
453	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		80.1	102.9	246.8		38	9
454	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		67.3	130.4	194.6		34	36
455	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		58.9	144.5	297.2		58	-16

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
456	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		71.7	117.1	221.9		34	20
457	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		38.4	76.2	143.9		35	5
458	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		98.8	112.4	258.8		37	26
459	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.9	65.3	144.3		35	1
460	IC Migmatita	99.0	199.0	398.0		100.0	176.7	305.3		34	36
461	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		88.3	130.1	222.5		31	42
462	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		35.6	86.9	118.2		27	20
463	IC Migmatita	79.9	159.8	319.5		28.8	86.3	123.3		20	10
464	IC Migmatita	170.3	340.6	681.2		137.5	200.8	521.2		38	-23
465	IC Migmatita	249.6	499.2	998.5		293.4	477.3	902.6		39	81
466	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.6	86.8	189.1		40	-11
467	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		6.4	54.1	90.1		33	-11
468	IC Migmatita	73.9	148.7	298.5		49.0	102.6	107.4		13	47
469	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		46.9	84.5	104.2		17	37
470	Qal f	60.0	121.2	241.5		30.3	48.4	90.8		19	9
471	Qal f	57.0	113.0	226.0		74.0	137.0	200.0		36	42
472	Qal f	50.0	100.0	150.0		32.9	73.8	132.0		45	-20
473	Qal f	50.0	100.0	200.0		57.5	93.0	135.9		27	36
474	Qal f	34.0	49.0	79.0		28.8	31.6	49.4		25	11
475	Qal f	64.0	109.0	199.0		43.0	36.8	102.8		26	1
476	Qal f	59.0	99.0	179.0		37.8	49.5	51.3		6	35
477	Qal f	25.0	60.0	100.0		242.2	259.2	290.2		33	224
478	Qal f	25.0	60.0	100.0		62.9	76.4	104.4		29	47
479	Qal f	49.0	99.0	199.0		39.2	83.4	101.7		21	30
480	Qal f	74.0	149.0	298.0		43.9	100.9	142.9		23	23
481	Qal f	16.0	31.0	63.0		65.0	72.0	100.0		37	51
482	Qal f	40.0	80.0	140.0		40.5	63.9	83.5		23	26
483	Qal f (Río Medellín)	109.0	218.0	436.0		39.0	120.0	158.0		19	20
484	Qal f IC	51.0	102.0	204.0		60.0	80.0	180.0		39	10
485	Qal f IC	60.0	100.0	150.0		38.1	67.3	89.9		30	6
486	Qal f IC	30.0	60.0	90.0	150.0	32.2	37.2	48.3	87.5	25	12
487	Qal f IC	40.0	100.0	160.0	230.0	38.1	51.7	78.4	96.3	18	24
488	Qal f IC	25.0	50.0	100.0	150.0	19.3	20.4	40.2	42.9	12	13
489	Qal f IC	50.0	100.0	200.0		37.7	74.2	105.9		24	22
490	Qal f IC	30.0	60.0	120.0		25.6	51.6	55.4		16	24
491	Qal f-m	135.0	160.0	208.0		146.0	140.0	211.0		44	3
492	Qal f-m	25.0	55.0	85.0		44.5	45.2	69.7		23	30
493	Qal f-m (Río Medellín)	18.0	37.0	74.0		36.0	43.0	58.0		22	29
494	Qal f-m (Río Medellín)	32.0	64.0	128.0		20.0	40.0	45.0		13	18
495	Qal m	62.5	125.0	250.0		34.8	73.3	112.8		22	15

DATO	Material	$\sigma_{N1}$ [kPa]	$\sigma_{N2}$ [kPa]	$\sigma_{N3}$ [kPa]	$\sigma_{N4}$ [kPa]	$\tau_1$ [kPa]	$\tau_2$ [kPa]	$\tau_3$ [kPa]	$\tau_4$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
496	Qal m	137.0	160.0	208.0		134.0	165.0	200.0		42	15
497	Qal m	135.0	160.0	208.0		111.0	152.0	185.0		44	-13
498	Qal m	45.0	90.0	180.0		40.0	60.0	148.0		40	-4
499	Qal m IC	75.0	150.0	300.0		43.0	73.0	132.0		22	14
500	Qal m IC	20.0	40.0	80.0		71.0	87.0	140.0		50	45
501	Qal m IC	50.0	100.0	200.0		48.2	69.3	148.8		35	8
502	Qal m-f	28.0	56.0	112.0		24.0	30.0	58.0		23	10
503	Qal m-g	25.0	50.0	100.0		21.3	30.3	57.1		26	8
504	Qal m-g	35.0	75.0	120.0		58.9	64.9	87.9		19	44
505	Qdv	75.0	150.0	300.0		37.0	50.0	118.0		20	3
506	Qdv	50.0	100.0	200.0		38.1	74.7	137.5		33	7
507	Qdv	80.0	170.0	250.0		137.7	154.5	196.2		19	106
508	Qdv	120.0	200.0	300.0		139.6	166.7	235.6		28	69
509	Qdv	50.0	100.0	200.0		16.1	56.8	79.1		21	5
510	Qescorrentía	25.0	75.0	95.0		39.2	65.9	70.1		25	29
511	QF IB (OCC)	22.0	44.0	88.0		34.0	34.0	55.0		19	24
512	QF IB (OCC)	39.8	79.7	161.8		63.0	99.1	164.7		40	31
513	QF IB (OCC)	75.0	150.0	300.0		104.4	144.5	222.7		28	65
514	QF IB (OCC)	61.0	123.0	246.0		50.0	95.0	137.0		24	29
515	QF IB (OCC)	37.5	75.0	150.0		32.1	35.1	84.1		26	8
516	QF IB (OCC)	50.0	100.0	200.0		63.5	78.8	112.4		18	47
517	QF IB (OCC)	37.5	75.0	150.0		32.1	35.1	84.1		26	8
518	QF IB (Oriental)	32.0	64.0	128.0		52.0	57.0	100.0		28	31
519	QF IB (Oriental)	17.0	34.0	68.0		45.0	72.0	125.0		57	19
520	QF IB (Oriental)	23.0	52.0	103.0		30.0	36.0	60.0		21	19
521	QF IB (Oriental)	35.0	75.0	150.0		38.0	68.4	106.0		30	21
522	QF IC (OCC)	69.9	139.8	279.6		45.6	127.8	312.8		52	-47
523	QF IC (OCC)	49.0	98.1	196.1		19.6	49.0	78.5		21	5
524	QF IC (OCC)	62.2	124.5	239.0		83.1	138.6	158.4		22	71
525	QF IC (OCC)	120.0	241.0	481.0		110.0	150.0	250.0		21	60
526	QF IC (OCC)	162.0	324.0	648.0		100.0	180.0	320.0		24	30
527	QF IC (OCC)	0.0	125.0	250.0		22.8	69.5	159.8		29	16
528	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		32.4	48.6	74.6		31	14
529	QF IC (OCC)	35.0	70.0	140.0		28.6	50.9	80.3		26	14
530	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		36.6	58.4	102.5		29	15
531	QF IC (OCC)	60.0	125.0	250.0		61.4	90.8	172.2		31	22
532	QF IC (OCC)	110.0	220.0	440.0		82.9	131.5	244.9		26	26
533	QF IC (OCC)	30.0	60.0	120.0		49.4	47.8	98.0		30	24
534	QF IC (OCC)	60.0	120.0	240.0		35.1	62.8	122.8		26	5
535	QF IC (OCC)	3.5	7.0	14.0		17.0	25.0	35.0		59	12

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
536	QF IC (OCC)	3.0	6.0	12.0		20.0	20.5	22.0		13	19
537	QF IC (Occ)	79.0	134.0	249.0		66.8	105.5	189.3		36	9
538	QF IC (Occ)	119.0	219.0	338.0		95.3	134.8	237.8		33	8
539	QF IC (Occ)	84.0	144.0	269.0		54.1	100.9	148.2		26	20
540	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		84.7	109.0	142.0		21	68
541	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		56.9	81.8	120.8		28	37
542	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		56.2	91.9	132.0		22	37
543	QF IC (OCC)	79.0	159.0	318.0		65.0	80.2	169.7		24	21
544	QF IC (Occ)	69.0	118.8	218.6		42.4	40.8	63.6		9	28
545	QF IC (Occ)	49.0	79.0	139.0		55.7	81.3	105.6		28	33
546	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		46.5	77.7	168.8		46	2
547	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		55.4	107.1	239.7		46	-10
548	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0	318.0	22.5	43.8	93.2	168.4	28	4
549	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		41.7	91.6	147.8		25	14
550	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		73.4	89.5	113.3		30	56
551	QF IC (OCC)	80.0	140.0	200.0		84.5	105.8	179.2		38	13
552	QF IC (OCC)	100.0	125.0	150.0		90.5	98.9	101.2		12	70
553	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		20.4	25.6	66.3		33	0
554	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		12.1	38.3	51.1		26	6
555	QF IC (OCC)	50.0	75.0	100.0	100.0	55.9	79.3	154.2	93.2	54	-18
556	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		51.0	69.3	126.0		32	23
557	QF IC (OCC)	70.0	140.0	280.0		31.7	77.7	124.8		23	8
558	QF IC (OCC)	80.0	160.0	320.0		70.7	103.1	201.4		29	22
559	QF IC (OCC)	109.0	218.0	436.0		75.0	110.0	210.0		23	25
560	QF IC (OCC)	41.0	82.0	164.0		40.0	100.0	120.0		31	30
561	QF IC (OCC)	26.0	52.0	104.0		20.0	45.0	53.0		21	16
562	QF IC (OCC)	38.0	76.0	152.0		38.0	72.0	80.0		18	34
563	QF IC (OCC)	49.9	99.9	199.7		47.5	65.8	83.0		13	39
564	QF IC (OCC)	30.0	59.9	119.8		18.3	26.2	51.2		20	6
565	QF IC (OCC)	49.9	99.9	199.7		47.5	65.8	83.0		13	39
566	QF IC (Occ)	74.0	149.0	298.0		60.2	104.5	153.3		22	36
567	QF IC (Occ)	94.0	169.0	318.0		61.8	103.8	209.5		34	-4
568	QF IC (Occ)	39.0	79.0	159.0		54.8	72.9	218.1		55	-16
569	QF IC (Occ)	74.0	149.0	298.0		86.6	107.5	235.0		35	23
570	QF IC (Occ)	74.0	149.0	298.0		86.1	182.2	263.5		37	46
571	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		38.5	111.8	157.6		43	16
572	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		32.3	72.5	102.0		29	18
573	QF IC (Occ)	74.0	149.0	298.0		94.4	132.8	271.8		39	25
574	QF IC (OCC)	140.0	280.0	560.0		130.5	179.7	379.9		31	30
575	QF IC (OCC)	170.0	340.0	680.0		93.8	209.6	309.9		22	44

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
576	QF IC (OCC)	88.0	175.0	351.0		30.0	52.0	68.0		8	22
577	QF IC (Occ)	50.0	100.0	200.0		46.3	64.8	121.3		27	18
578	QF IC (Occ)	69.0	119.0	219.0		50.9	85.0	153.2		34	4
579	QF IC (Occ)	109.0	199.0	378.0		80.6	169.5	230.9		28	40
580	QF IC (Occ)	54.0	89.0	159.0		57.8	65.6	162.5		46	-11
581	QF IC (Occ)	94.0	169.0	319.0		84.5	141.8	198.4		26	47
582	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		60.0	105.0	180.0		23	23
583	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		62.0	112.0	190.0		24	23
584	QF IC (OCC)	70.0	100.0	140.0		70.0	89.0	89.0		14	56
585	QF IC (OCC)	140.0	170.0	200.0		105.0	123.6	135.9		27	34
586	QF IC (OCC)	75.0	100.0	135.0		68.6	83.3	91.9		21	42
587	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		55.0	78.4	139.4		30	24
588	QF IC (Oriental)	50.0	100.0	200.0		77.5	112.1	165.2		30	51
589	QF IC (Oriental)	62.5	125.0	250.0		79.6	183.4	186.7		26	78
590	QF IC (Oriental)	25.0	50.0	75.0		17.9	30.3	37.3		21	9
591	QF IC (Oriental)	70.0	120.0	170.0		93.1	118.0	135.5		23	65
592	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	250.0		115.5	150.0	220.7		35	45
593	QF IC (Oriental)	35.0	70.0	150.0		39.7	46.9	95.4		27	18
594	QF IC (Oriental)	35.0	75.0	150.0		63.2	80.9	116.2		25	47
595	QF IC (Oriental)	40.0	100.0	200.0		85.4	124.2	183.1		31	62
596	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		58.5	84.7	114.4		31	44
597	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	300.0	500.0	46.0	98.3	184.1	371.9	38	-33
598	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	200.0		47.3	84.0	117.4		29	4
599	QF IC (Oriental)	38.9	78.9	158.7		34.7	63.5	120.7		36	7
600	QF IC (Oriental)	49.9	99.9	199.7		28.4	60.5	98.7		25	9
601	QF IC (Oriental)	99.6	199.1	398.3		45.1	92.0	216.4		30	-17
602	QF IC (Oriental)	40.0	80.0	160.0		92.0	100.4	150.7		27	67
603	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		72.3	156.5	240.5		36	31
604	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		72.1	165.7	366.9		45	-28
605	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		114.5	167.0	282.7		29	57
606	QF IC (Oriental)	59.0	119.0	239.0		65.0	117.2	185.5		33	32
607	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		75.8	133.1	243.9		37	21
608	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	300.0		57.6	133.8	200.8		31	24
609	QF IC (Oriental)	100.0	200.0	300.0	450.0	95.2	153.4	225.6	252.2	25	61
610	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		29.6	47.2	67.7		32	8
611	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		83.4	87.2	94.2		4	79
612	QF IC (Oriental)	64.0	109.0	199.0		66.9	96.0	163.8		36	19
613	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		35.8	58.4	97.6		34	16
614	QF IC (Oriental)	50.0	200.0	275.0	350.0	118.9	123.0	166.7	209.9	16	90
615	QF IC (Oriental)	150.0	225.0	250.0	300.0	75.2	151.6	170.0	178.0	36	-21



DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
616	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	200.0	250.0	72.3	93.6	122.2	158.7	30	11
617	QF IC (Oriental)	17.0	34.0	68.0		28.0	30.0	51.5		26	17
618	QF IC (Oriental)	74.0	119.0	239.0		48.7	71.8	107.1		19	27
619	QF IC (Oriental)	60.0	97.0	171.0		40.4	46.0	84.1		22	12
620	QF IC (Oriental)	59.0	94.0	169.0		50.5	58.6	116.6		32	8
621	QF IC (Oriental)	116.0	208.0	393.0		41.9	90.0	119.5		15	21
622	QF IC (Oriental)	134.0	251.0	479.0		94.3	136.2	232.9		22	38
623	QF IC (Oriental)	49.0	79.0	139.0		37.6	44.2	46.7		5	35
624	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		41.8	38.3	87.9		18	11
625	QF IC (Oriental)	59.0	99.0	179.0		25.3	42.2	106.2		35	-20
626	QF IC (Oriental)	29.0	59.0	119.0		12.6	38.4	48.5		20	8
627	QF IC (Oriental)	74.0	149.0			63.3	106.7			30	21
628	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		58.9	51.9	78.2		20	39
629	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		74.2	59.7	110.1		16	44
630	QF IC (Oriental)	109.0	204.0	388.0		63.7	88.9	176.2		22	13
631	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		39.9	64.5	140.4		28	-7
632	QF IC (Oriental)	128.0	239.0	455.0		58.5	92.4	163.9		18	16
633	QF IC (Oriental)	134.0	251.0			71.3	142.2			31	-10
634	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		75.0	101.0	127.3		29	62
635	QF IC (Oriental)	100.0	200.0	400.0		101.3	135.9	212.7		20	63
636	QF IC (Oriental)	46.0	100.0	150.0		51.0	112.0	79.0		16	53
637	QF IC (Oriental)	40.0	75.0	150.0		72.3	81.0	99.1		14	63
638	QF IC (Oriental)	55.0	130.0	140.0		52.4	101.0	82.1		25	28
639	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		39.9	71.9	118.8		33	17
640	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		80.6	126.9	198.4		27	45
641	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		48.7	66.0	124.2		33	20
642	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		40.3	72.5	153.5		27	0
643	QF IC (Oriental)	97.0	196.0	393.0		56.1	78.0	163.0		20	14
644	QF IC (Oriental)	89.0	179.0	358.0		64.3	94.7	225.1		32	-1
645	QF IC (Oriental)	104.0	194.0	368.0		39.4	94.5	138.3		20	11
646	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		77.2	145.5	256.6		38	22
647	QF IC (Oriental)	110.0	221.0	442.0		73.3	104.1	207.2		22	22
648	QF IC (Oriental)	110.0	221.0	455.0		87.6	93.3	195.2		18	39
649	QF IC (Oriental)	60.0	122.0	245.0		33.6	52.2	133.5		29	-6
650	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		53.9	91.9	181.8		30	9
651	QF IC (Oriental)	32.0	64.0	128.0		30.0	62.0	85.0		28	19
652	QF IC (Oriental)	43.0	86.0	173.0		52.0	67.0	90.0		16	41
653	QF IC (Oriental)	131.0	262.0	524.0		70.0	140.0	200.0		18	40
654	QF IC (Oriental)	56.0	112.0	224.0		29.0	50.0	93.0		21	8
655	QF IC (Oriental)	74.0	148.0	296.0		43.0	75.0	129.0		21	16

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
656	QF IC (Oriental)	23.0	46.0	92.0		30.0	38.0	48.0		14	25
657	QF IC (Oriental)	114.5	229.0	460.5		74.5	149.8	288.8		32	6
658	QF IC (Oriental)	129.4	261.4			95.0	220.0			43	-28
659	QF IC (Oriental)	112.0	224.0	438.1		94.3	192.3	250.4		24	63
660	QF IC (Oriental)	161.8	323.6	477.9		100.3	168.1	215.4		20	44
661	QF IC (Oriental)	248.9	398.3	547.6		134.5	194.5	244.1		20	45
662	QF IC (Oriental)	199.1	398.3	597.4		126.0	252.7	378.3		32	0
663	QF IC (Oriental)	248.9	497.9	746.8		121.5	181.5	377.9		27	-29
664	QF IC (Oriental)	298.7	448.1	597.4		155.4	215.4	362.3		35	-66
665	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		40.3	47.5	92.7		31	18
666	QF IC (Oriental)	104.0	194.0	368.0		88.5	124.0	372.1		48	-54
667	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		72.8	96.7	124.7		19	52
668	QF IC (Oriental)	48.9	79.0	139.0		105.4	80.5	114.5		30	36
669	QF IC (Oriental)	89.0	159.0	298.0		68.6	119.1	152.9		21	44
670	QF IC (Oriental)	74.0	134.0	249.0		36.2	99.1	160.1		34	-6
671	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	200.0		39.2	97.2	130.7		36	-15
672	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		48.9	80.3	203.9		40	-27
673	QF IC (Oriental)	94.0	169.0	318.0		72.7	97.9	179.1		26	23
674	QF IC (Oriental)	44.0	99.0	199.0		44.5	75.7	176.8		41	0
675	QF IC (Oriental)	33.7	64.9	129.8		33.6	51.6	81.5		26	18
676	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		28.4	61.3	129.8		40	-5
677	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		71.3	132.3	149.0		17	63
678	QF IC (Oriental)	25.0	50.0	100.0		22.2	39.6	68.0		31	8
679	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		26.5	40.6	77.3		23	9
680	QF IC (Oriental)	59.0	119.0	239.0		30.8	47.2	119.7		27	-5
681	QF IC (Oriental)	38.0	79.0	159.0		46.1	72.2	139.4		38	14
682	QF OX (Oriental)	70.0	150.0	230.0		56.1	91.9	150.3		30	11
683	QLL	17.5	37.5	62.5		38.4	66.3	74.2		38	29
684	QLL	35.0	70.0	140.0		60.0	80.0	140.0		38	30
685	QLL	7.0	14.0	28.0		42.0	46.0	57.0		36	37
686	QLL	125.0	200.0	300.0		99.8	167.7	222.6		35	19
687	QLL	60.0	120.0	240.0		91.9	120.9	203.3		32	51
688	QLL	30.0	90.0	160.0		32.3	92.8	116.4		33	21
689	QLL	25.0	50.0	75.0		9.5	21.5	28.8		21	1
690	QLL	40.0	50.0	70.0		49.4	54.3	78.0		45	8
691	QLL	50.0	100.0	200.0		44.1	84.4	179.7		42	-4
692	QLL	61.0	120.0	240.0		54.0	136.0	196.0		37	23
693	QLL	59.0	118.0	236.0		28.0	50.0	79.0		16	14
694	QLL	19.0	38.0	77.0		50.0	65.0	90.0		34	38
695	QLL	62.5	125.0	250.0		58.3	86.7	121.7		18	41

---

DATO	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi'$	$C'$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[kPa]
696	QLL	29.0	39.0	59.0		33.0	46.1	64.3		46	4
697	QLL	67.0	134.0	269.0		42.0	100.0	190.0		36	-3
698	QLL	67.0	134.0	269.0		42.0	102.0	185.0		35	1
699	QLL Macrocaolinita	100.0	160.0	260.0		51.6	83.3	136.4		28	-1
700	QLL Macrocaolinita	80.0	160.0	240.0		59.2	88.2	126.2		23	24
701	QLL Macrocaolinita	150.0	250.0	400.0		71.6	118.3	175.6		22	12
702	QLL Macrocaolinita	90.0	180.0	300.0		55.8	95.7	154.5		25	12

## B. APÉNDICE B. BASE DE DATOS DEPURADA

Los datos de la Tabla 8-4, Tabla 8-5 y Tabla 8-6 están depurados, quitando todos los elementos que en **fuentes roja** de la Tabla 8-3 (puntos que dilatan) y lo explicado en el numeral 4.2.1 (datos en **fuentes roja** de la Tabla 4-1, materiales que no aportan información relevante o suficiente).

**Tabla 8-4. Base de datos depurada. Coordenadas (N', O'), profundidad (Z<sub>0</sub>, Z<sub>F</sub>), golpes (N<sub>STP</sub> ↑, N<sub>STP</sub> ↓) y geología**

DATO*	N' [° ' "]	O' [° ' "]	Z <sub>0</sub> [m]	Z <sub>F</sub> [m]	N <sub>STP</sub> ↑ [Golpes]	N <sub>STP</sub> ↓ [Golpes]	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
1	6°10'34"	75°34'24"	4.15	4.60			TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
2	6°10'34"	75°34'24"	4.15	4.60			TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
3	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	37	55	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IB Anfibolita
4	6°12'39"	75°32'47"	5.00	5.45	30	60	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IB Anfibolita
5	6°9'25"	75°31'59"	5.10	5.55	3	3	TRaM	Anfibolitas de Medellín	IB Anfibolita
6			4.95	5.40	7	15			IB Dunita
7	6°12'42"	75°33'3"	8.30	8.75	12	14	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
8	6°12'42"	75°33'3"	5.50	5.95	18	13	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
9	6°12'42"	75°33'3"	4.15	4.60	13	32	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
10	6°14'29"	75°32'5"	4.00	4.45	9	8	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
11	6°14'29"	75°32'5"	0.90	1.35	5	6	JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
12	6°21'1"	75°32'53"	4.60	5.05			JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
13	6°21'1"	75°32'53"	6.10	6.55			JKuM	Dunitas de Medellín	IB Dunita
14	6°13'1"	75°32'40"	4.35	4.80	4	4	KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
15	6°13'4"	75°32'59"	1.50	1.95			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
16	6°13'7"	75°33'20"	4.40	4.85			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
17	6°13'7"	75°33'20"	3.00	3.45			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
18	6°13'7"	75°33'20"	4.40	4.85			KgSD	Gabro de San Diego	IB Gabro
19			3.00	3.45	4	10			IB Gneis
20	6°5'11"	75°29'35"	6.00	6.45	10	11	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IB Gneis
21	6°5'11"	75°29'35"	9.00	9.45	14	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IB Gneis
22	6°9'11"	75°34'59"	5.90	6.35	7	7	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
23	6°9'8"	75°38'17"	3.60	4.05	16	8	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
24	6°9'8"	75°38'17"	3.15	3.60	18	18	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
25	6°9'8"	75°38'17"	4.05	4.50	38	27	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IB Gneis
26			2.00	2.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
27			7.00	7.45		8	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
28	6°13'16"	75°36'11"	5.00	5.45	26	28	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita
29	6°13'16"	75°36'11"	9.35	9.80	28	29	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
30	6°13'16"	75°36'11"	5.45	5.90	29	18	KdA	Stock de Altavista	IB Granodiorita
31	6°22'37"	75°27'11"	0.80	1.25			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
32	6°3'19"	75°11'4"	1.50	1.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
33	6°46'22"	75°18'41"	0.80	1.25			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
34	6°46'22"	75°18'41"	0.60	1.05			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
35	6°46'22"	75°18'41"	0.50	0.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
36	6°8'39"	75°22'37"	3.70	4.15	5	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
37	6°9'37"	75°24'50"	4.00	4.45	5	4	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IB Granodiorita
38			8.00	8.45	19	10			IC Anfíbolita
39			13.00	13.45	21	25			IC Anfíbolita
40			4.00	4.45	49				IC Anfíbolita
41			12.00	12.45	30	36			IC Anfíbolita
42			6.00	6.45	6	5			IC Anfíbolita
43			9.00	9.45	18	28			IC Anfíbolita
44			2.25	2.70					IC Anfíbolita
45	6°10'34"	75°34'24"	6.85	7.30			TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
46	6°11'42"	75°33'32"	20.65	21.10	100	100	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
47	6°11'42"	75°33'32"	11.90	12.35	5	18	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
48	6°11'42"	75°33'32"	12.00	12.45	28	55	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
49	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	39	53	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
50	6°12'41"	75°33'11"	14.95	15.40	20	50	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
51	6°12'41"	75°33'11"	3.45	3.90	4	8	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
52	6°12'41"	75°33'11"	3.45	3.90	5	5	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
53	6°12'41"	75°33'11"	9.45	9.90	10	30	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
54	6°16'10"	75°35'53"	19.55	20.00	26	45	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
55	6°16'6"	75°35'14"	7.00	7.45	20	79	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
56	6°17'26"	75°30'37"	4.00	4.45	11	29	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
57	6°19'4"	75°34'17"	1.90	2.35			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
58	6°19'4"	75°34'17"	2.20	2.65			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
59	6°19'34"	75°33'39"	12.00	12.45	25	15	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
60	6°19'38"	75°33'40"	12.45	12.90	37	46	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
61	6°19'38"	75°33'40"	11.00	11.45	7	30	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
62	6°19'38"	75°33'40"	22.50	22.95	100		JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
63	6°19'38"	75°33'40"	13.45	13.90	28	48	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
64	6°19'38"	75°33'40"	11.00	11.45	33	33	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
65	6°19'38"	75°33'35"	29.30	29.75	103		JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
66	6°19'38"	75°33'35"	36.45	36.90			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
67	6°19'38"	75°33'35"	14.80	15.25			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
68	6°19'38"	75°33'35"	29.40	29.85			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
69	6°19'38"	75°33'35"	18.40	18.85	33	51	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
70	6°19'38"	75°33'35"	24.45	24.90	73	33	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
71	6°19'6"	75°34'19"	7.00	7.45	17	80	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
72	6°19'6"	75°34'19"	12.43	12.88	30	43	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
73	6°19'6"	75°34'19"	6.30	6.75		52	JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
74	6°19'7"	75°34'15"	0.00	0.45			JKmbP	Metabasitas del Picacho	IC Anfíbolita
75	6°26'36"	75°6'15"	7.00	7.45	15	15	T-Mag3	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
76	6°26'36"	75°6'15"	2.45	2.90	5	7	T-Mag3	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
77	6°5'32"	75°19'57"	7.00	7.45	8	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
78	6°5'32"	75°19'57"	11.45	11.90	25	17	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
79	6°5'32"	75°19'57"	8.45	8.90	31	8	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
80	6°5'32"	75°19'57"	5.45	5.90	16	14	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
81	6°5'41"	75°29'18"	6.00	6.45	10	16	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
82	6°5'42"	75°29'14"	3.00	3.45	20	18	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
83	6°5'43"	75°29'19"	12.00	12.45	31	30	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
84	6°8'28"	75°31'26"	9.00	9.45	35	27	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
85	6°8'28"	75°31'26"	14.00	14.45	59	61	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
86	6°8'28"	75°31'26"	6.00	6.45		16	TRaM	Anfíbolitas de Medellín	IC Anfíbolita
87	6°8'48"	75°36'46"	15.60	16.05	15	23	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Anfíbolita
88	6°9'15"	75°30'51"	13.00	13.45	14	16	TRaM		IC Anfíbolita
89	6°9'15"	75°30'51"	5.45	5.90	7	11	TRaM		IC Anfíbolita
90	6°9'25"	75°31'59"	6.45	6.90	5		T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
91	6°9'25"	75°31'59"	7.65	8.10	7	17	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Anfíbolita
92			5.00	5.45	32	35			IC Diorita
93			3.00	3.45	3	5			IC Diorita
94			7.00	7.45	77	95			IC Diorita
95			7.25	7.70	15	7			IC Diorita
96			6.40	6.85	19	8			IC Diorita
97			7.95	8.40	16	14			IC Diorita
98			11.45	11.90	12	53			IC Diorita
99	6°11'53"	75°35'53"	4.10	4.55	24	17	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
100	6°11'53"	75°35'53"	4.50	4.95	30	25	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
101	6°11'53"	75°35'53"	9.60	10.05			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
102	6°11'6"	75°36'28"	3.05	3.50	3	30	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
103	6°11'6"	75°36'28"	12.90	13.35			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
104	6°11'6"	75°36'28"	7.50	7.95			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
105	6°11'6"	75°36'28"	10.80	11.25			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
106	6°11'6"	75°36'28"	17.00	17.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
107	6°11'6"	75°36'28"	7.00	7.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
108	6°11'6"	75°36'28"	9.00	9.45			KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
109	6°12'55"	75°36'34"	2.10	2.55	4	5	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
110	6°12'55"	75°36'34"	3.60	4.05	5	18	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
111	6°12'55"	75°36'34"	2.00	2.45	12	17	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
112	6°12'55"	75°36'34"	8.50	8.95	34	67	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
113	6°13'17"	75°36'22"	7.00	7.45	11	15	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
114	6°18'0"	75°38'16"	4.00	4.45	22	21	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
115	6°18'0"	75°38'16"	10.00	10.45	24	20	KdA	Stock de Altavista	IC Diorita
116			3.00	3.45	24	8		Dunitas de Medellín	IC Dunita
117			2.00	2.45					IC Dunita
118	6°12'42"	75°33'3"	11.50	11.95	18	24	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
119	6°12'42"	75°33'3"	16.50	16.95	28	28	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
120	6°12'42"	75°33'3"	10.30	10.75	32	42	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
121	6°12'42"	75°33'0"	5.95	6.40	7	17	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
122	6°12'42"	75°33'0"	9.95	10.40	29	17	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
123	6°12'42"	75°33'0"	15.95	16.40	35	29	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
124	6°12'42"	75°33'0"	21.95	22.40	29	35	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
125	6°12'42"	75°33'0"	19.25	19.70	67	52	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
126	6°12'42"	75°33'0"	23.60	24.05	18		JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
127	6°12'42"	75°33'0"	8.30	8.75	34	44	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
128	6°12'42"	75°33'0"	12.15	12.60	57	62	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
129	6°12'42"	75°33'0"	13.95	14.40	14	13	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
130	6°14'15"	75°31'35"	4.00	4.45	3	7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
131	6°14'29"	75°32'5"	3.50	3.95	7	12	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
132	6°14'29"	75°32'5"	5.50	5.95	7	11	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
133	6°14'29"	75°32'5"	5.00	5.45	12	36	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
134	6°14'29"	75°32'5"	1.80	2.25		7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
135	6°14'29"	75°32'5"	2.25	2.70	9	12	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
136	6°15'32"	75°31'43"	3.00	3.45		7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
137	6°15'32"	75°31'43"	2.00	2.45		5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
138	6°15'32"	75°31'43"	2.00	2.45		6	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
139	6°18'58"	75°33'15"	3.60	4.05	16	33	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
140	6°18'58"	75°33'15"	2.10	2.55	2	6	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
141	6°18'58"	75°33'15"	6.50	6.95	14	11	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
142	6°18'58"	75°33'15"	3.00	3.45	6	5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
143	6°18'58"	75°33'15"	6.75	7.20	11	78	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
144	6°19'3"	75°30'29"	6.00	6.45	6	45	T-Pu3	Dunitas de Medellín	IC Dunita
145	6°19'4"	75°33'16"	4.50	4.95	20	7	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
146	6°19'4"	75°33'16"	7.60	8.05	22	5	JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
147	6°21'1"	75°32'53"	3.05	3.50			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
148	6°21'1"	75°32'53"	8.50	8.95			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
149	6°21'1"	75°32'53"	4.60	5.05			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
150	6°21'1"	75°32'53"	3.85	4.30			JKuM	Dunitas de Medellín	IC Dunita
151	6°15'22"	75°47'21"	6.00	6.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
152	6°15'22"	75°47'21"	5.00	5.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
153	6°15'22"	75°47'21"	4.00	4.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
154	6°15'22"	75°47'21"	7.00	7.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
155	6°15'22"	75°47'21"	4.00	4.45			K1-Mbg6	Complejo Arquía	IC Esquisto
156	6°8'48"	75°37'35"	1.00	1.45		13	TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
157	6°8'48"	75°37'35"	1.20	1.65			TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
158	6°8'48"	75°37'35"	6.40	6.85			TReC	Esquistos de Cajamarca	IC Esquisto
159	7°14'61"	74°51'21"	6.00	6.45	32	36	T-Mmg3		IC Esquisto
160			4.95	5.40	8	9			IC Gabro
161			4.05	4.50	5	4			IC Gabro
162			9.10	9.55	19	24			IC Gabro
163			4.50	4.95	21	14			IC Gabro
164			7.20	7.65	19	16			IC Gabro
165	6°10'54"	75°33'61"	7.20	7.65		38	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
166	6°12'48"	75°33'42"	16.00	16.45	63	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
167	6°12'48"	75°33'42"	9.50	9.95	17	37	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
168	6°13'1"	75°32'40"	8.80	9.25	14	101	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
169	6°13'1"	75°32'40"	11.70	12.15	101	99	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
170	6°13'3"	75°33'14"	2.40	2.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
171	6°13'3"	75°33'14"	6.40	6.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
172	6°13'4"	75°32'59"	4.60	5.05			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
173	6°13'4"	75°33'16"	7.30	7.75		14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
174	6°13'4"	75°33'16"	9.30	9.75	13	25	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
175	6°13'4"	75°33'16"	7.30	7.75	20	18	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
176	6°13'4"	75°33'16"	12.70	13.15	18	14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
177	6°13'4"	75°33'16"	6.95	7.40	17	37	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
178	6°13'4"	75°33'16"	11.95	12.40	30	29	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
179	6°13'4"	75°33'16"	6.20	6.65	14	14	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
180	6°13'15"	75°33'35"	2.45	2.90	32	99	KgSD	Gabro San Diego	IC Gabro
181	6°13'22"	75°33'57"	1.80	2.25	10	22	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
182	6°13'26"	75°33'42"	26.60	27.05	97	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
183	6°13'27"	75°34'24"	10.70	11.15			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
184	6°13'27"	75°34'24"	14.20	14.65			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
185	6°13'27"	75°34'24"	16.15	16.60			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro



DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
186	6°13'27"	75°32'29"	4.00	4.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
187	6°13'29"	75°34'22"	16.35	16.80	24	104	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
188	6°13'29"	75°34'22"	15.20	15.65	38	58	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
189	6°13'29"	75°34'22"	12.75	13.20	33	57	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
190	6°13'29"	75°34'22"	26.95	27.40	100	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
191	6°13'29"	75°34'22"	13.00	13.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
192	6°13'29"	75°34'22"	11.45	11.90			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
193	6°13'29"	75°34'22"	13.00	13.45			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
194	6°13'33"	75°34'30"	20.00	20.45	100	100	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
195	6°13'37"	75°34'16"	13.35	13.80	20	18	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
196	6°13'7"	75°33'20"	4.20	4.65			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
197	6°13'7"	75°33'20"	8.40	8.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
198	6°13'7"	75°33'20"	10.40	10.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
199	6°13'7"	75°33'20"	18.40	18.85			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
200	6°13'7"	75°33'20"	8.45	8.90			KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
201	6°15'40"	75°36'57"	2.45	2.90		39	KdA	Stock de Altavista	IC Gabro
202	6°15'40"	75°36'57"	1.00	1.45		86	KdA	Stock de Altavista	IC Gabro
203	6°17'7"	75°33'61"	0.90	1.35		15	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
204	6°17'7"	75°33'61"	4.50	4.95	30	53	KgSD	Gabro de San Diego	IC Gabro
205			7.20	7.65	19	13			IC Gneis
206			7.30	7.75	19	28			IC Gneis
207			6.85	7.30	20	17			IC Gneis
208			11.45	11.90	22	24			IC Gneis
209			2.70	3.15	10	10			IC Gneis
210			4.95	5.40	20	19			IC Gneis
211			21.00	21.45	52	25			IC Gneis
212			15.40	15.85	27	35			IC Gneis
213			9.00	9.45	27	28			IC Gneis
214			1.50	1.95	4	17			IC Gneis
215			1.80	2.25	29	33			IC Gneis
216			4.50	4.95	33	76			IC Gneis
217			21.00	21.45	20	19			IC Gneis
218			9.00	9.45					IC Gneis
219			6.75	7.20					IC Gneis
220	6°13'26"	75°33'42"	7.50	7.95	16	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
221	6°13'26"	75°33'42"	12.00	12.45	11	12	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
222	6°13'26"	75°33'42"	3.60	4.05	18	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
223	6°13'26"	75°33'42"	7.30	7.75	35	48	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
224	6°13'26"	75°33'42"	10.50	10.95	21	52	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
225	6°13'26"	75°33'42"	11.50	11.95	12	37	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
226	6°13'26"	75°33'42"	4.60	5.05	22	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
227	6°13'26"	75°33'42"	9.25	9.70	18	23	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
228	6°13'26"	75°33'42"	4.50	4.95	25	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
229	6°13'26"	75°33'42"	9.15	9.60	30	31	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
230	6°13'26"	75°33'42"	6.30	6.75	21	20	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
231	6°13'26"	75°33'42"	5.85	6.30	15	14	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
232	6°15'14"	75°26'10"	12.25	12.70	17	20	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
233	6°15'14"	75°26'10"	14.15	14.60	26	38	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
234	6°20'33"	75°29'48"	5.45	5.90			TRgLC	Gneis de la Ceja	IC Gneis
235	6°21'11"	75°32'53"	6.30	6.75			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
236	6°21'11"	75°32'53"	8.10	8.55			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
237	6°2'38"	75°31'21"	5.35	5.80	13	23	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Gneis
238	6°3'18"	75°30'37"	4.95	5.40	14	12	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
239	6°3'18"	75°30'37"	6.30	6.75	15	16	T-Mag3	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
240	6°3'53"	75°30'11"	1.35	1.80	42	21	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Gneis
241	6°4'43"	75°28'16"	10.45	10.90	7	14	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
242	6°4'43"	75°28'16"	6.45	6.90	8	17	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
243	6°4'43"	75°28'16"	14.00	14.45	14	14	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
244	6°4'43"	75°28'16"	5.45	5.90	14	18	T-Mmg3	Anfibolitas de Medellín	IC Gneis
245	6°7'49"	75°26'20"	6.45	6.90		7	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
246	6°7'54"	75°26'16"	7.00	7.45		33	K1-Mag	Gneis de la Ceja	IC Gneis
247	6°8'48"	75°36'46"	4.50	4.95	5	6	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
248	6°8'48"	75°36'46"	26.50	26.95	15	29	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
249	6°8'48"	75°36'46"	19.95	20.40	38	60	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
250	6°8'48"	75°36'46"	7.80	8.25	23	18	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
251	6°8'50"	75°36'50"	10.00	10.45			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
252	6°8'56"	75°33'45"	9.00	9.45			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
253	6°8'56"	75°33'45"	10.60	11.05			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
254	6°8'56"	75°33'45"	4.50	4.95			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
255	6°9'11"	75°34'59"	5.00	5.45	9	19	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
256	6°9'11"	75°34'59"	15.15	15.60	22	22	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
257	6°9'11"	75°34'59"	4.05	4.50	16	22	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
258	6°9'11"	75°34'59"	7.60	8.05	21	12	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
259	6°9'25"	75°35'58"	10.00	10.45	26	52	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
260	6°9'25"	75°35'58"	15.00	15.45	26	26	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
261	6°9'25"	75°35'58"	13.00	13.45	20	20	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
262	6°9'25"	75°35'58"	7.30	7.75	21	13	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
263	6°9'25"	75°35'58"	9.00	9.45	20	17	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' '' ]	[° ' '' ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
264	6°9'35"	75°31'11"	8.90	9.35	7	9	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
265	6°9'35"	75°31'11"	13.50	13.95	19	43	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Gneis
266	6°9'8"	75°38'17"	3.15	3.60	23	14	T-Mmg3	Grupo Cajamarca	IC Gneis
267	7°2'4"	74°42'52"	1.10	1.55			T-Mmg3		IC Gneis
268	7°2'4"	74°42'52"	12.00	12.45	17	21	T-Mmg3		IC Gneis
269	7°2'4"	74°42'52"	6.00	6.45	32	36	T-Mmg3		IC Gneis
270	7°5'51"	74°44'50"	3.00	3.45	11	11	T-Mbg3		IC Gneis
271	7°5'51"	74°44'50"	1.00	1.45			T-Mbg3		IC Gneis
272	7°5'51"	74°44'50"	1.45	1.90			T-Mbg3		IC Gneis
273			5.00	5.45					IC Granodiorita
274			0.70	1.15				Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
275			9.00	9.45	30	15		Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
276			9.00	9.45	37	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
277			2.00	2.45	7	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
278			3.00	3.45	20	18			IC Granodiorita
279			3.00	3.45					IC Granodiorita
280			2.00	2.45	10	15			IC Granodiorita
281			6.00	6.45	19	30			IC Granodiorita
282			6.00	6.45	17	20			IC Granodiorita
283			1.35	1.80	27	34			IC Granodiorita
284	5°52'54"	75°34'19"	3.00	3.45	13	25	T-Pi	Stock de La Honda	IC Granodiorita
285	6°12'13"	75°36'14"	5.45	5.90	13	14	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
286	6°13'16"	75°36'11"	13.70	14.15	28	18	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
287	6°13'16"	75°36'11"	9.80	10.25	23	21	KdA	Stock de Altavista	IC Granodiorita
288	6°13'53"	75°24'42"	11.45	11.90			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
289	6°15'0"	75°25'53"	4.50	4.95	18	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
290	6°15'0"	75°25'53"	3.15	3.60	18	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
291	6°15'0"	75°25'53"	10.00	10.45	9	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
292	6°15'0"	75°25'53"	13.45	13.90	46	68	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
293	6°15'0"	75°25'53"	9.10	9.55	17	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
294	6°15'0"	75°25'53"	12.35	12.80	23	31	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
295	6°15'0"	75°25'53"	16.00	16.45	30	73	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
296	6°15'26"	75°18'13"	11.70	12.15		5	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
297	6°15'26"	75°18'13"	6.50	6.95	7	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
298	6°15'29"	75°26'24"	7.65	8.10	13	11	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
299	6°15'29"	75°26'24"	10.50	10.95	13	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
300	6°17'6"	75°26'58"	6.40	6.85	25	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
301	6°21'5"	75°0'26"	1.00	1.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
302	6°21'5"	75°0'26"	1.00	1.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
303	6°22'37"	75°27'11"	3.60	4.05	15	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
304	6°26'36"	75°5'49"	12.90	13.35	23	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
305	6°26'36"	75°5'49"	12.85	13.30		15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
306	6°31'58"	75°15'7"	6.00	6.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
307	6°31'58"	75°15'7"	6.00	6.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
308	6°31'58"	75°15'7"	4.50	4.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
309	6°31'58"	75°15'7"	3.00	3.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
310	6°31'58"	75°15'7"	7.00	7.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
311	6°31'58"	75°15'7"	4.20	4.65			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
312	6°45'54"	75°23'14"	10.00	10.45	50	70	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
313	6°45'54"	75°23'14"	11.00	11.45	26	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
314	6°45'54"	75°23'14"	3.00	3.45	6	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
315	6°45'54"	75°23'14"	5.00	5.45	13	24	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
316	6°45'54"	75°23'14"	8.00	8.45	15	19	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
317	6°45'54"	75°23'14"	8.00	8.45	4	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
318	6°45'54"	75°23'14"	5.00	5.45	8	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
319	6°45'54"	75°23'14"	12.00	12.45	26	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
320	6°45'54"	75°23'14"	10.00	10.45	26	33	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
321	6°46'22"	75°18'41"	0.70	1.15			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
322	6°46'22"	75°18'41"	1.90	2.35			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
323	6°46'22"	75°18'41"	0.70	1.15			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
324	6°46'22"	75°18'41"	1.30	1.75			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
325	6°46'22"	75°18'41"	12.00	12.45			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
326	6°4'64"	75°22'63"	7.30	7.75	7	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
327	6°46'43"	75°14'38"	3.50	3.95			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
328	6°46'43"	75°14'38"	10.00	10.45	27	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
329	6°46'43"	75°14'38"	6.00	6.45	10	45	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
330	6°46'56"	75°19'28"	52.10	52.55			K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
331	6°48'25"	75°14'24"	4.50	4.95	8	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
332	6°7'16"	75°25'15"	5.00	5.45		14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
333	6°7'16"	75°25'15"	8.00	8.45	16	19	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
334	6°8'11"	75°22'48"	13.95	14.40	22	22	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
335	6°8'11"	75°22'48"	21.45	21.90	28	100	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
336	6°8'11"	75°22'48"	12.95	13.40	19	23	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
337	6°8'11"	75°22'48"	13.25	13.70	24	-	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
338	6°8'38"	75°22'33"	4.45	4.90	15	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
339	6°8'38"	75°22'33"	13.30	13.75	7	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
340	6°8'38"	75°22'33"	19.30	19.75	16	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
341	6°8'38"	75°22'33"	18.00	18.45	28	30	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' '' ]	[° ' '' ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
342	6°8'38"	75°22'33"	17.30	17.75	23	33	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
343	6°8'38"	75°22'33"	4.45	4.90	13	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
344	6°8'39"	75°22'37"	4.60	5.05	4	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
345	6°8'39"	75°22'37"	6.40	6.85	14	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
346	6°9'16"	75°21'44"	7.00	7.45	14	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
347	6°9'17"	75°24'56"	7.00	7.45	4	10	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
348	6°9'17"	75°24'56"	2.45	2.90	6	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
349	6°9'17"	75°24'56"	14.00	14.45	20	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
350	6°9'17"	75°24'56"	9.45	9.90	16	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
351	6°9'17"	75°24'56"	14.00	14.45	30	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
352	6°9'26"	75°21'6"	4.35	4.80	17	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
353	6°9'37"	75°24'50"	6.45	6.90	14	7	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
354	6°9'37"	75°24'50"	12.45	12.90	41	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
355	6°9'37"	75°24'50"	7.00	7.45	6	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
356	6°9'37"	75°24'50"	11.00	11.45	17	22	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
357	6°9'37"	75°24'50"	12.00	12.45	30	37	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
358	6°9'5"	75°23'53"	11.00	11.45	15	45	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
359	6°9'5"	75°23'53"	7.45	7.90	7	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
360	6°9'5"	75°23'53"	7.90	8.35	17	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
361	6°9'5"	75°23'53"	9.80	10.25	19	28	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
362	6°9'5"	75°23'53"	15.60	16.05	45	52	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
363	6°9'5"	75°23'53"	9.80	10.25	44	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
364	6°9'5"	75°23'53"	10.00	10.45	28	36	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
365	6°9'5"	75°23'53"	14.50	14.95	39	46	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
366	6°9'53"	75°21'32"	10.30	10.75	12	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
367	6°9'53"	75°21'32"	15.30	15.75	14	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
368	6°9'53"	75°21'32"	20.30	20.75	15	16	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
369	6°9'53"	75°21'32"	27.30	27.75	23	24	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
370	6°9'53"	75°21'32"	16.30	16.75	14	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
371	6°9'53"	75°21'32"	25.30	25.75	15	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
372	6°9'53"	75°21'32"	10.45	10.90	14	12	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
373	6°9'53"	75°21'32"	22.45	22.90	17	28	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
374	6°9'53"	75°21'32"	28.00	28.45	45	58	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
375	6°9'53"	75°21'32"	14.00	14.45	13	15	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
376	6°9'53"	75°21'32"	20.45	20.90	27	29	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
377	6°9'58"	75°22'7"	22.00	22.45	28	26	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
378	6°10'0"	75°22'8"	5.45	5.90	15	18	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
379	6°10'0"	75°22'8"	11.25	11.70	25	17	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
380	6°10'0"	75°22'8"	6.90	7.35	13	14	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' '' ]	[° ' '' ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
381	6°10'2"	75°21'63"	4.00	4.45	13	13	K2-Pi	Batolito Antioqueño	IC Granodiorita
382	6°3'57"	75°30'6"	7.50	7.95	14	51	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
383	6°9'20"	75°36'19"	2.40	2.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
384	6°9'20"	75°36'19"	6.20	6.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
385	6°9'20"	75°36'19"	9.40	9.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
386	6°9'20"	75°36'19"	9.40	9.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Granulita
387			9.00	9.45	23	19		Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
388			6.00	6.45		29		Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
389	6°12'49"	75°32'53"	8.50	8.95	18	95	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
390	6°12'49"	75°32'53"	5.00	5.45		57	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
391	6°12'49"	75°32'53"	8.50	8.95	46	52	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
392	6°12'49"	75°32'53"	10.45	10.90	52	66	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
393	6°12'50"	75°32'53"	15.40	15.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
394	6°12'50"	75°32'53"	17.40	17.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
395	6°12'50"	75°32'53"	20.40	20.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
396	6°12'50"	75°32'53"	21.40	21.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
397	6°2'40"	75°31'21"	5.35	5.80	8	14	T-Mag3	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
398	6°6'46"	75°26'49"	5.45	5.90	7	7	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
399	6°6'46"	75°26'49"	10.00	10.45		28	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
400	6°7'16"	75°25'15"	6.00	6.45		40	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
401	6°7'30"	75°31'47"	3.30	3.75	17	19	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
402	6°8'37"	75°35'62"	10.00	10.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
403	6°9'18"	75°36'18"	11.25	11.70	16	15	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
404	6°9'18"	75°36'18"	18.05	18.50	21	20	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
405	6°9'18"	75°36'18"	9.80	10.25	13	21	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
406	6°9'18"	75°36'18"	15.60	16.05	16	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
407	6°9'19"	75°36'20"	4.00	4.45	15	12	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
408	6°9'19"	75°36'20"	10.80	11.25	13	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
409	6°9'19"	75°36'20"	19.50	19.95	52	53	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
410	6°9'19"	75°36'20"	10.45	10.90	14	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
411	6°9'19"	75°36'20"	6.90	7.35	17	17	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
412	6°9'19"	75°36'20"	6.90	7.35	12	13	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
413	6°9'21"	75°36'20"	5.20	5.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
414	6°9'21"	75°36'20"	5.20	5.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
415	6°9'28"	75°33'9"	3.50	3.95			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
416	6°9'28"	75°33'9"	6.50	6.95	15	23	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
417	6°9'38"	75°34'41"	25.00	25.45	28	35	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
418	6°9'38"	75°34'41"	17.00	17.45	28	41	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
419	6°9'38"	75°34'41"	15.20	15.65			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
420	6°9'38"	75°34'41"	6.40	6.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
421	6°9'38"	75°34'41"	26.40	26.85			TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
422	6°9'38"	75°34'41"	10.00	10.45	26	21	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
423	6°9'38"	75°34'41"	16.45	16.90	28	37	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
424	6°9'38"	75°34'41"	23.00	23.45	22	37	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
425	6°9'38"	75°34'41"	8.45	8.90	18	13	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
426	6°9'45"	75°34'18"	13.70	14.15	54	59	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
427	6°9'45"	75°34'18"	5.45	5.90	15	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
428	6°9'45"	75°34'18"	12.70	13.15	89	100	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
429	6°9'45"	75°34'18"	9.80	10.25	28	25	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
430	6°9'45"	75°34'18"	6.90	7.35	12	17	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
431	6°9'49"	75°34'24"	2.00	2.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
432	6°9'49"	75°34'24"	10.00	10.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
433	6°9'49"	75°34'24"	16.00	16.45			TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	IC Migmatita
434	6°9'7"	75°36'30"	16.00	16.45	27	34	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
435	6°9'7"	75°36'30"	7.00	7.45	9	28	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
436	6°9'7"	75°36'30"	11.45	11.90	25	30	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
437	6°9'7"	75°36'30"	8.55	9.00	19	16	TRmPP	Migmatita de Puente Peláez	IC Migmatita
438			2.25	2.70	35	29			QF IB (OCC)
439			2.00	2.45	33	13			QF IB (OCC)
440			4.05	4.50	14	13			QF IB (OCC)
441	6°10'47"	75°38'11"	6.45	6.90	14	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
442	6°10'47"	75°38'11"	2.25	2.70	14	28	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
443	6°17'6"	75°36'44"	4.00	4.45	16	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IB (OCC)
444			3.00	3.45	24	22			QF IC (OCC)
445			1.35	1.80	37	17			QF IC (OCC)
446			3.80	4.25	16	25			QF IC (OCC)
447			13.95	14.40	12	12			QF IC (OCC)
448			18.45	18.90	29	28			QF IC (OCC)
449			7.00	7.45	20	100			QF IC (OCC)
450			4.05	4.50	8	10			QF IC (OCC)
451			1.95	2.40	10	24			QF IC (OCC)
452			4.50	4.95	28	16			QF IC (OCC)
453			3.00	3.45	14	13			QF IC (OCC)
454			9.00	9.45	36	43			QF IC (OCC)
455			1.35	1.80	15	14			QF IC (OCC)
456	5°52'54"	75°34'19"	6.00	6.45	23	30	T-Pi	Stock de La Honda	QF IC (OCC)
457	6°10'21"	75°36'35"	3.80	4.25	6	62	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
458	6°10'21"	75°36'35"	2.00	2.45	4	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
459	6°10'9"	75°37'53"	6.45	6.90	37	60	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
460	6°10'9"	75°37'53"	11.45	11.90	28	35	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
461	6°10'9"	75°37'53"	7.00	7.45	23	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
462	6°13'17"	75°36'22"	6.00	6.45	16	35	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
463	6°13'17"	75°36'22"	5.00	5.45	10	24	NFprel	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
464	6°14'34"	75°35'55"	10.00	10.45	28	52	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
465	6°14'34"	75°35'55"	15.70	16.15	52	50	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
466	6°16'31"	75°35'11"	5.45	5.90	12	14	NQFII		QF IC (OCC)
467	6°16'31"	75°35'11"	3.50	3.95	30		NQFII		QF IC (OCC)
468	6°16'38"	75°35'9"	4.00	4.45	17	15	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
469	6°16'38"	75°35'9"	9.35	9.80	18	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
470	6°16'38"	75°35'9"	4.15	4.60	9	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
471	6°16'38"	75°35'9"	9.24	9.69	30	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
472	6°16'46"	75°35'55"	1.80	2.25	20	19	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
473	6°16'46"	75°35'55"	4.00	4.45	7	8	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
474	6°16'56"	75°36'47"	10.55	11.00	25	37	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
475	6°16'56"	75°36'47"	3.60	4.05	63	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
476	6°16'56"	75°36'47"	1.50	1.95	19	23	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
477	6°16'56"	75°36'47"	5.10	5.55	21	54	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
478	6°17'26"	75°30'37"	4.00	4.45	11	24	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
479	6°17'26"	75°30'37"	7.00	7.45	18	40	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
480	6°17'26"	75°30'37"	8.00	8.45	18	42	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
481	6°17'6"	75°36'44"	12.00	12.45	20	18	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
482	6°17'6"	75°36'44"	4.10	4.55	26	17	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
483	6°17'6"	75°36'44"	2.25	2.70	9	52	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
484	6°17'6"	75°36'44"	4.05	4.50	17	26	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
485	6°18'53"	75°35'22"	4.00	4.45		20	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
486	6°18'53"	75°35'22"	3.00	3.45	6	8	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
487	6°18'53"	75°35'22"	7.00	7.45		22	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
488	6°19'34"	75°33'39"	17.95	18.40	92	47	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
489	6°19'34"	75°33'39"	16.45	16.90	28	58	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
490	6°19'38"	75°33'40"	4.00	4.45	4	14	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
491	6°19'38"	75°33'40"	11.45	11.90	31	27	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
492	6°19'38"	75°33'40"	16.00	16.45	59	86	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
493	6°19'6"	75°34'19"	3.45	3.90	24	28	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
494	6°19'6"	75°34'19"	4.45	4.90	35	34	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
495	6°19'6"	75°34'19"	10.00	10.45	30	68	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
496	6°20'27"	75°32'25"	9.70	10.15	24	11	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
497	6°20'27"	75°32'25"	13.90	14.35	35	37	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)



DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
498	6°21'1"	75°32'53"	4.50	4.95	10	13	TRmPP	Migmatitas de Puente Peláez	QF IC (OCC)
499	6°21'1"	75°32'26"	8.00	8.45	9	11	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
500	6°7'30"	75°38'9"	5.45	5.90	17	13	Nfp <sub>rel</sub>		QF IC (OCC)
501	6°7'30"	75°38'9"	10.00	10.45	25	24	Nfp <sub>rel</sub>		QF IC (OCC)
502	6°7'30"	75°38'9"	4.00	4.45	15	17	Nfp <sub>rel</sub>		QF IC (OCC)
503	6°7'30"	75°38'9"	8.45	8.90	47	40	Nfp <sub>rel</sub>		QF IC (OCC)
504	6°9'42"	75°39'1"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
505	6°9'54"	75°38'27"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
506	6°9'54"	75°38'27"	10.50	10.95	14	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
507	6°9'54"	75°38'27"	12.30	12.75	80	79	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
508	6°9'54"	75°38'27"	4.00	4.45	13	95	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
509	6°9'54"	75°38'27"	6.00	6.45	25	17	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (OCC)
510			2.50	2.95	24	24			QF IC (Oriental)
511			3.15	3.60	19	17			QF IC (Oriental)
512			4.00	4.45	15	12			QF IC (Oriental)
513			6.00	6.45	13	23			QF IC (Oriental)
514			9.00	9.45	7	9			QF IC (Oriental)
515			4.50	4.95	13	14			QF IC (Oriental)
516			1.80	2.25	23	5			QF IC (Oriental)
517			2.25	2.70	17	15			QF IC (Oriental)
518			1.50	1.95	3	55			QF IC (Oriental)
519			9.00	9.45	7	11			QF IC (Oriental)
520			3.00	3.45	10	25			QF IC (Oriental)
521	6°10'17"	75°32'63"	2.50	2.95	3	13	Qfa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
522	6°10'54"	75°34'1"	5.40	5.85	16	16	NF <sub>prel</sub>	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
523	6°10'54"	75°34'1"	2.70	3.15	14	14	NF <sub>prel</sub>	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
524	6°10'54"	75°34'1"	4.00	4.45	16	18	NF <sub>prel</sub>	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
525	6°10'6"	75°33'39"	14.00	14.45	18	29	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
526	6°10'6"	75°33'39"	22.45	22.90	70	18	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
527	6°10'6"	75°33'39"	13.00	13.45	30	45	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
528	6°10'6"	75°33'39"	7.45	7.90	18	29	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
529	6°10'6"	75°33'39"	10.00	10.45	37	58	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
530	6°11'15"	75°32'51"	4.05	4.50	9	10	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
531	6°11'15"	75°34'5"	5.50	5.95			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
532	6°11'21"	75°34'46"	2.45	2.90		13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
533	6°11'21"	75°34'46"	5.45	5.90	15	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
534	6°11'25"	75°34'33"	5.00	5.45	14	27	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
535	6°11'34"	75°34'48"	4.05	4.50	15	6	QFIV	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
536	6°11'37"	75°34'22"	9.00	9.45			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' "]	[° ' "]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
537	6°11'37"	75°34'22"	7.50	7.95			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
538	6°11'37"	75°34'22"	4.95	5.40			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
539	6°11'41"	75°30'52"	2.70	3.15	7	6	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
540	6°11'42"	75°33'32"	9.10	9.55	15	5	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
541	6°11'51"	75°33'37"	3.40	3.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
542	6°11'51"	75°33'37"	4.40	4.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
543	6°11'51"	75°33'37"	8.40	8.85			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
544	6°11'51"	75°33'37"	12.20	12.65			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
545	6°12'34"	75°32'44"	3.50	3.95	10	14	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
546	6°12'34"	75°32'44"	5.50	5.95	15	15	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
547	6°12'35"	75°32'33"	4.60	5.05		69	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
548	6°12'35"	75°33'4"	2.20	2.65			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
549	6°12'35"	75°33'4"	3.40	3.85			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
550	6°12'36"	75°34'13"	2.45	2.90	10	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
551	6°12'36"	75°34'13"	5.55	6.00	45	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
552	6°12'36"	75°34'13"	11.45	11.90	45	15	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
553	6°12'37"	75°34'30"	7.05	7.50	22	26	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
554	6°12'37"	75°34'30"	11.85	12.30	32	46	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
555	6°12'37"	75°34'30"	16.45	16.90	64	89	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
556	6°12'39"	75°32'47"	3.00	3.45	10	17	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
557	6°12'39"	75°32'47"	6.00	6.45	55	100	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
558	6°12'41"	75°34'3"	5.50	5.95	11	30	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
559	6°12'41"	75°34'3"	8.50	8.95	6	4	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
560	6°12'41"	75°34'3"	7.00	7.45	13	16	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
561	6°12'50"	75°34'13"	4.00	4.45	32	50	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
562	6°12'50"	75°34'13"	13.00	13.45	17	101	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
563	6°12'50"	75°34'13"	7.00	7.45	28	20	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
564	6°12'50"	75°34'13"	15.90	16.35	50	55	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
565	6°12'50"	75°34'13"	20.00	20.45	72	28	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
566	6°12'50"	75°34'13"	19.20	19.65	28	43	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
567	6°12'50"	75°34'13"	14.45	14.90	22	28	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
568	6°12'50"	75°34'13"	21.45	21.90	43	61	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
569	6°12'50"	75°34'13"	29.15	29.60	100	100	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
570	6°12'50"	75°34'13"	33.00	33.45			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
571	6°12'53"	75°33'52"	10.60	11.05	23	20	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
572	6°12'53"	75°33'52"	10.50	10.95	100	100	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
573	6°12'54"	75°33'59"	3.00	3.45	14	10	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
574	6°12'54"	75°33'59"	4.50	4.95	14	12	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
575	6°12'54"	75°33'59"	13.10	13.55	23	26	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)

DATO*	N'	O'	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP</sub> ↑	N <sub>STP</sub> ↓	Geología	Unidades geológicas integradas	Material
	[° ' " ]	[° ' " ]	[m]	[m]	[Golpes]	[Golpes]			
576	6°14'24"	75°32'56"	6.40	6.85	21	24	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
577	6°14'24"	75°32'56"	10.50	10.95	12	11	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
578	6°14'24"	75°32'56"	1.50	1.95	5	13	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
579	6°14'29"	75°32'5"	2.55	3.00	2	31	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
580	6°14'29"	75°32'5"	3.00	3.45			QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
581	6°14'29"	75°32'5"	3.00	3.45		22	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
582	6°14'29"	75°32'5"	1.80	2.25	8	8	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
583	6°14'29"	75°32'5"	8.80	9.25	20		QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
584	6°14'29"	75°32'5"	8.00	8.45	19	44	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
585	6°15'32"	75°31'43"	7.20	7.65	12	11	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
586	6°15'32"	75°31'43"	6.80	7.25	21	37	QFa	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
587	6°19'3"	75°30'29"	3.00	3.45	2	38	Qd	Depósitos de deslizamiento	QF IC (Oriental)
588	6°20'2"	75°32'24"	12.45	12.90			QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
589	6°22'25"	75°26'62"	5.45	5.90	32	17	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
590	6°22'25"	75°26'62"	3.50	3.95	56	54	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
591	6°22'25"	75°26'62"	7.50	7.95	17	23	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
592	6°22'25"	75°26'62"	6.50	6.95	17	24	QFIII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
593	6°8'56"	75°33'45"	4.50	4.95			T-Mmg3	Grupo Cajamarca	QF IC (Oriental)
594	6°9'25"	75°34'41"	7.00	7.45	5	18	Qd		QF IC (Oriental)
595	6°9'25"	75°34'41"	8.45	8.90	7	28	Qd		QF IC (Oriental)
596	6°9'26"	75°34'6"	5.45	5.90			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
597	6°9'33"	75°33'26"	1.20	1.65			NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
598	6°9'49"	75°33'33"	6.00	6.45	31	18	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
599	6°9'49"	75°33'33"	16.45	16.90	18	27	NFI	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
600	6°10'2"	75°34'24"	0.00	0.45			NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
601	6°9'7"	75°36'30"	5.50	5.95	6	13	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
602	6°9'7"	75°36'30"	8.45	8.90	14	37	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)
603	6°9'7"	75°36'30"	2.55	3.00	7	14	NQFII	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	QF IC (Oriental)

**Tabla 8-5. Base de datos depurada. Humedad (%W), límites (LL, LP), granulometría (G, S, F), clasificación USCS, peso específico ( $\gamma_H$ ), relación de vacíos (e), porosidad (n) y saturación (%S)**

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	G <sub>s</sub>	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
1	IB Anfíbolita	19	37	31	6	0	31	69	ML	19.9	2.77	0.66	40	80
2	IB Anfíbolita	90	99	59	40	0	17	83	MH	13.8	2.61	2.61	72	90
3	IB Anfíbolita	42	71	43	28	1	3	96	MH	17.1		1.17		95
4	IB Anfíbolita	31	75	43	32	0	4	96	MH	16.8		1.28		98
5	IB Anfíbolita	39	59	45	13	0	14	86	MH	16.7				

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
6	IB Dunita	73	111	56	55	3	9	89	MH	15.7				
7	IB Dunita	44	66	46	20	6	47	47	SM	16.0	2.88	1.59	61	80
8	IB Dunita	58	68	52	16	3	45	52	MH	16.8	2.78	1.62	62	99
9	IB Dunita	40	77	42	35	9	53	38	SM	17.6	2.78	1.20	55	92
10	IB Dunita	47	57	52	5	3	7	90	MH	17.3	3.31	1.75		89
11	IB Dunita	43	56	54	2	0	16	84	ML	15.9	3.30	1.92		74
12	IB Dunita	65	90	71	19	0	3	97	MH	15.2		1.84		95
13	IB Dunita	62	68	48	20	1	10	90	MH	15.1		1.80		92
14	IB Gabro	45	83	43	40	1	12	87	MH	17.4	2.83	1.35	57	93
15	IB Gabro	33	63	40	23	0	5	95	MH	17.3	2.77	1.13	53	81
16	IB Gabro	36	56	37	19	2	26	72	MH	16.4	2.79	1.30	57	76
17	IB Gabro	43	64	36	28	0	9	91	MH	16.5	2.76	1.39	58	86
18	IB Gabro	27	56	37	19	0	10	90	MH	15.7	2.77	1.24	55	59
19	IB Gneis	35	62	42	19	0	11	89	MH	15.6				
20	IB Gneis	35	47	25	22	0	22	78	CL	18.8	2.66	0.88		100
21	IB Gneis	47	48	30	18	0	49	51	ML	17.3	2.60	1.16		100
22	IB Gneis	27	49	29	20	4	38	58	ML	19.2				
23	IB Gneis	59	91	52	39	1	20	79	MH	14.7				
24	IB Gneis	30	158	115	43	0	3	97	MH	11.8				
25	IB Gneis	17	69	43	26	0	11	89	MH	12.7				
26	IB Granodiorita	25	44	29	15	0	45	55	ML	18.5	2.68	0.63		65
27	IB Granodiorita	16	39	27	12	0	54	46	SC-SM	18.0	2.64	0.67		62
28	IB Granodiorita	33	59	36	23	0	10	90	MH	18.1	2.78	1.05	51	89
29	IB Granodiorita	35	56	38	18	0	19	81	MH	18.4	2.82	1.07	52	91
30	IB Granodiorita	32	52	36	16	0	12	88	MH	18.7	2.76	0.95	49	93
31	IB Granodiorita	25	47	35	12	0	10	90	ML	17.6		0.85		79
32	IB Granodiorita	48	45	35	10	1	54	45	SM	15.9		1.41		89
33	IB Granodiorita	28	54	33	21	0	48	52	MH	18.6	2.61	0.76		96
34	IB Granodiorita	26	41	23	18	0	44	57	CL	18.8	2.59	0.72		96
35	IB Granodiorita	29	48	31	17	7	36	57	ML	18.5	2.63	0.80		95
36	IB Granodiorita	46	47	43	4	4	75	21	SM	16.2	2.82	1.54	61	83
37	IB Granodiorita	44	41	32	9	0	67	33	SM	17.0	2.87	1.44	59	88
38	IC Anfíbolita	26	52	31	21	0	22	78	MH	18.8	2.74	0.80		87
39	IC Anfíbolita	47	42	29	13	2	20	78	ML	17.2	2.64	1.19		97
40	IC Anfíbolita	21	23	19	4	4	56	40	SM	20.7		0.47		97
41	IC Anfíbolita	23	21	16	5	6	43	51	CL-ML	20.3		0.57		107
42	IC Anfíbolita	75	78	61	17	0	4	96	MH	15.7				
43	IC Anfíbolita	22	29	19	10	0	34	67	CL	19.9		0.59		89
44	IC Anfíbolita	30	44	36	7	6	24	70	ML	17.4				

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
45	IC Anfíbolita	25	43	34	9	0	32	68	ML	18.6	2.75	0.86	46	82
46	IC Anfíbolita	34	48	34	13	0	40	60	ML	18.5	2.81	1.04	51	93
47	IC Anfíbolita	56	71	52	19	3	44	53	MH	15.7	2.78	1.75	64	88
48	IC Anfíbolita	61	70	50	20	1	13	86	MH	15.9	3.37	2.40	71	85
49	IC Anfíbolita	52	73	41	32	0	7	93	MH	16.5		1.39		99
50	IC Anfíbolita	18	48	31	17	5	23	72	ML	18.2				97
51	IC Anfíbolita	49	62	51	11	28	10	62	MH	16.4				93
52	IC Anfíbolita	43	41	34	7	2	16	83	ML	17.5				98
53	IC Anfíbolita	30	51	36	15	9	17	74	MH	19.1				98
54	IC Anfíbolita	17				1	38	61	CL	15.2				
55	IC Anfíbolita	21	49	15	34	52	16	32	SM	20.7				
56	IC Anfíbolita	49	40	28	12	1	16	83	ML	17.3		1.04		92
57	IC Anfíbolita	35	54	24	30	9	23	68	CH	17.6	3.05	1.34	57	81
58	IC Anfíbolita	41	52	38	14	0	15	85	MH	17.2	2.88	1.35	57	86
59	IC Anfíbolita	26	62	21	41	4	15	81	CH	20.2	2.92	0.82	45	92
60	IC Anfíbolita	15	33			1	77	22	SM	18.4	2.84	0.78	44	54
61	IC Anfíbolita	35	48	39	8	1	67	32	SM	17.6	2.82	1.17	54	85
62	IC Anfíbolita	28	34	25	9	0	48	52	ML	19.4	2.78	0.83	45	94
63	IC Anfíbolita	41	53	30	23	0	27	73	MH	16.9	2.88	1.41	58	84
64	IC Anfíbolita	19	37	31	6	0	54	46	SM	17.6	2.89	0.96	49	58
65	IC Anfíbolita	24	39	23	16	0	31	69	CL	19.1	2.84	0.84	46	81
66	IC Anfíbolita	24	43	30	13	0	45	55	ML	19.2	2.71	0.75	43	87
67	IC Anfíbolita	37	50	37	12	0	48	52	ML	18.0	2.78	1.12	53	92
68	IC Anfíbolita	29	53	33	21	0	44	56	MH	19.3	2.77	0.85	46	95
69	IC Anfíbolita	35	46	30	16	0	45	55	ML	17.1	2.86	1.27	56	80
70	IC Anfíbolita	26	49	40	9	0	56	44	SM	18.5	2.84	0.94	49	79
71	IC Anfíbolita	35	44	31	13	1	31	68	ML	18.5	3.01	1.19	54	89
72	IC Anfíbolita	22	36	29	7	0	27	73	ML	19.2	2.93	0.87	46	76
73	IC Anfíbolita	22	33	29	4	0	30	70	ML	18.5	3.00	0.98	49	67
74	IC Anfíbolita	33	36	29	7	3	38	59	ML	19.3	2.95	1.05	51	95
75	IC Anfíbolita	27	45	38	7	0	20	80	ML	18.2	2.63	0.83	44	70
76	IC Anfíbolita	33	91	35	56	0	44	56	ML	16.5	2.61	1.12	52	79
77	IC Anfíbolita	35	63	45	18	0	75	25	SM	18.1	2.67	1.00	50	94
78	IC Anfíbolita	35	55	41	14	0	84	16	SM	18.4	2.60	0.91	48	101
79	IC Anfíbolita	33								18.1	2.68	0.97	49	90
80	IC Anfíbolita	36	55	37	18	0	55	45	SM	17.8	2.71	1.07	52	92
81	IC Anfíbolita	41	56	37	19	1	13	86	MH	17.0	2.74	1.23		90
82	IC Anfíbolita	33	51	33	18	2	27	71	MH	17.7	2.81	1.07		87
83	IC Anfíbolita	38	46	33	13	1	53	46	SM	17.2	2.72	1.14		91

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
84	IC Anfíbolita	27	34	23	11	1	73	26	SC-SM	20.1	2.81	0.74		97
85	IC Anfíbolita	50	33	21	12	0	35	65	CL	18.0	2.67	1.13		100
86	IC Anfíbolita	60	49	37	12	0	23	77	ML	16.6	2.67	1.53		100
87	IC Anfíbolita	26	40	27	13	0	23	77	ML	17.9				76
88	IC Anfíbolita	44	61	44	17	0	5	95	MH	18.2	2.77	1.20	54	103
89	IC Anfíbolita	54	68	44	24	0	2	98	MH	17.5	2.79	1.46	59	104
90	IC Anfíbolita	51	47	40	7	26	16	58	ML	15.7				
91	IC Anfíbolita	62	65	48	17	0	12	88	MH	16.7				
92	IC Diorita	28	61	29	32	1	18	82	CH	18.3		0.82		91
93	IC Diorita	42				3	17	79	ML	17.5		1.11		100
94	IC Diorita	13	31	29	2	12	52	36	SM	18.5				
95	IC Diorita	38	57	31	26	0	4	96	MH	18.0				
96	IC Diorita	33	44	39	5	0	15	85	ML	16.6				
97	IC Diorita	21	34	29	6	0	32	68	ML	17.9				
98	IC Diorita	17	36	24	12	0	33	67	CL	18.2				
99	IC Diorita	43	46	30	16	0	36	64	ML	17.2				
100	IC Diorita	33	60	3	57	3	11	85	MH	17.7				
101	IC Diorita	51	47	41	6	0	20	80	ML	17.4				
102	IC Diorita	51	54	33	21	3	7	90	MH	16.0		1.44		93
103	IC Diorita	38	47	37	10	0	12	88	ML	16.2		1.22		83
104	IC Diorita	41	47	33	14	1	9	90	ML	17.1		1.15		95
105	IC Diorita	42	44	35	9	0	15	85	ML	16.5		1.24		90
106	IC Diorita	28	38	29	9	22	22	56	ML	18.0		0.86		87
107	IC Diorita	49	48	35	13	0	9	91	ML	16.8		1.31		97
108	IC Diorita	52	41	32	9	6	16	78	ML	16.0		1.47		92
109	IC Diorita	25	40	31	9	8	55	37	SM	17.7				
110	IC Diorita	38	43	35	8	0	28	72	ML	18.7				
111	IC Diorita	24	42	31	11	0	18	82	ML	18.0				
112	IC Diorita	14				0	84	16	SM	17.0				
113	IC Diorita	32	47	31	16	0	9	90	ML	18.4		0.87		98
114	IC Diorita	26	52	31	21	0	11	90	MH	18.3		0.79		87
115	IC Diorita	31	52	32	20	0	12	88	MH	18.3		0.85		95
116	IC Dunita	33	84	62	22	4	8	88	MH	17.2	3.24	1.46		73
117	IC Dunita	107	124	69	54	0	2	98	CH	15.0				
118	IC Dunita	55	71	55	16	5	15	80	MH	16.9	2.78	1.54	61	99
119	IC Dunita	34	37	31	6	0	30	70	ML	18.6	2.72	0.95	49	97
120	IC Dunita	16	47	41	6	4	50	46	SM	19.6	2.80	0.66	40	68
121	IC Dunita	38	57	41	16	0	17	83	MH	16.5	2.82	1.36	58	78
122	IC Dunita	37	49	37	12	0	28	72	ML	17.0	2.80	1.24	55	82

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
123	IC Dunita	35	45	37	8	0	36	64	ML	17.8	2.78	1.11	53	87
124	IC Dunita	27	41	32	9	0	44	56	ML	18.1	2.79	0.95	49	78
125	IC Dunita	43	62	43	19	0	13	87	MH	16.7	2.90	1.47	60	84
126	IC Dunita	52	62	43	19	0	13	87	MH	16.2	3.09	1.90	66	85
127	IC Dunita	32	44	35	9	4	64	32	SM	16.9	2.78	1.17	54	76
128	IC Dunita	22	42	37	5	0	41	59	ML	18.9	2.90	0.87	46	73
129	IC Dunita	32	48	36	12	0	21	79	ML	17.6	2.93	1.20	54	78
130	IC Dunita	56	83	41	42	0	12	88	MH	15.7				
131	IC Dunita	49	86	52	34	4	19	77	MH	15.1	3.07	1.96		76
132	IC Dunita	18	33	25	8	14	41	45	SM	20.4	2.85	0.63		84
133	IC Dunita	46	54	32	22	72	12	16	GM	15.7	3.07	1.80		78
134	IC Dunita	39	43	40	3	1	30	69	ML	16.5	3.09	1.57		79
135	IC Dunita	46	51	33	18	7	30	63	MH	16.5	2.79	1.42		90
136	IC Dunita	53	89	54	35	0	14	86	MH	14.5	3.20	2.32		74
137	IC Dunita	17	57	37	20	56	27	17	GM	12.4	2.91	1.32		78
138	IC Dunita	45	58	50	8	0	21	79	MH	15.8	3.00	1.70		79
139	IC Dunita	19	68	47	20	0	11	89	MH	18.2				
140	IC Dunita	24	56	40	15	1	37	61	MH	17.7				
141	IC Dunita	39	54	35	19	3	21	77	MH	15.5				
142	IC Dunita	82	79	56	23	6	25	69	MH	15.3				
143	IC Dunita	46	96	44	52	7	31	61	MH	16.9				
144	IC Dunita	42	56	41	15	0	7	94	MH	17.4		1.12		99
145	IC Dunita	57	71	48	23	9	0	92	MH	15.7		1.60		95
146	IC Dunita	43	64	51	13	11	46	43	GM	16.0		1.32		85
147	IC Dunita	56	64	51	13	5	10	86	MH	16.2		1.52		98
148	IC Dunita	62	65	48	17	8	12	80	MH	15.6		1.70		96
149	IC Dunita	50	60	39	21	19	6	75	MH	16.7		1.34		99
150	IC Dunita	59	78	60	18	0	6	95	MH	15.8		1.61		97
151	IC Esquisto	56								15.9	2.78	1.67		93
152	IC Esquisto	29	37	33	4	2	19	79	ML	17.7	2.61	0.86		87
153	IC Esquisto	55	68	48	20	0	5	95	MH	16.4	2.88	1.68		95
154	IC Esquisto	55	70	48	22	0	1	99	MH	15.6	2.86	1.79		88
155	IC Esquisto	59	54	38	16	6	14	80	MH	17.1	2.69	1.47		96
156	IC Esquisto	24	37	30	7	2	57	41	SM	19.9	2.70	0.69	41	94
157	IC Esquisto	42	61	48	13	0	7	93	MH	16.8	2.84	1.40	58	86
158	IC Esquisto	48	61	48	13	0	3	97	MH	16.5	2.82	1.53	60	89
159	IC Esquisto	18	27	21	6	11	63	26	SC-SM	17.6	2.74	0.80		59
160	IC Gabro	26	40	36	5	6	48	46	SC-SM	19.6				
161	IC Gabro	29	50	39	11	9	46	45	SC	18.6				

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
162	IC Gabro	22	28	25	3	0	50	50	ML	19.0				
163	IC Gabro	31	46	34	12	0	9	91	ML	17.3		0.97		84
164	IC Gabro	42	84	48	36	1	8	91	MH	16.5		1.23		90
165	IC Gabro	23	28	27	1	1	47	52	ML	18.7	2.70	0.74		85
166	IC Gabro	20	34	28	6	0	54	46	SM	20.4	2.93	0.73	42	83
167	IC Gabro	37	46	33	13	0	46	54	ML	17.7	2.75	1.13	53	90
168	IC Gabro	35	41	25	16	20	48	32	SM	18.4	2.88	1.12	52	90
169	IC Gabro	37	47	33	14	7	37	56	ML	19.1	2.88	1.07	51	100
170	IC Gabro	36	47	29	18	2	31	67	ML	17.9	2.75	1.08	52	91
171	IC Gabro	27	39	32	8	0	55	45	SM	18.9	2.80	0.88	47	87
172	IC Gabro	28	55	46	9	7	33	60	MH	16.6	2.77	1.14	53	68
173	IC Gabro	37	50	37	13	2	22	76	ML	18.3	2.68	1.01	50	99
174	IC Gabro	41	46	35	11	2	32	66	ML	17.6	2.78	1.23	55	92
175	IC Gabro	25	36	31	5	2	52	46	ML	19.2	2.97	0.94	48	79
176	IC Gabro	24	33	24	9	3	62	35	SM	20.7	2.99	0.79	44	91
177	IC Gabro	24	34	27	7	0	55	45	SM	19.2	3.01	0.94	48	77
178	IC Gabro	19	37	27	10	0	55	45	SM	19.2	2.95	0.96	49	85
179	IC Gabro	36	47	35	12	5	45	50	ML	17.8	2.98	1.27	56	84
180	IC Gabro	28	35	29	6	0	44	56	ML	19.4	2.85	0.89	47	91
181	IC Gabro	4	32	30	2	1	54	45	SM	18.0	2.73	0.54		18
182	IC Gabro	20	25	24	1	0	80	20	SM	19.2				
183	IC Gabro	37	50	38	12	0	56	44	SM	18.0	2.80	1.13	53	91
184	IC Gabro	36	54	29	25	0	37	63	MH	17.3	2.84	1.23	55	83
185	IC Gabro	37	71	46	25	0	41	59	MH	17.3	2.70	1.13	53	87
186	IC Gabro	45								16.1	2.62	1.25		93
187	IC Gabro	36	54	38	16	0	48	52	MH	17.7	2.80	1.15	54	88
188	IC Gabro	25	37	33	4	5	57	38	SM	17.1	2.78	1.04	51	68
189	IC Gabro	39	42	35	7	1	53	46	SM	17.0	2.85	1.33	57	84
190	IC Gabro	27	48	33	15	1	41	58	ML	14.6	2.85	1.48	60	52
191	IC Gabro	29	19	7	12	0	61	39	SM	19.0	2.70	0.84	45	93
192	IC Gabro	36	55	39	16	0	28	72	MH	17.7	2.70	1.07	52	90
193	IC Gabro	28	42	33	9	2	51	47	SM	19.0	2.72	0.84	45	93
194	IC Gabro	24	40	32	8	0	51	49	SM	19.4	2.81	0.80	44	85
195	IC Gabro	30	42	27	15	0	43	57	MH	10.1	2.93	1.00	50	89
196	IC Gabro	29	56	32	24	0	21	79	MH	15.6	2.72	1.24	55	63
197	IC Gabro	31	48	35	13	0	23	77	ML	15.6	2.90	1.45	59	63
198	IC Gabro	37	48	38	10	0	29	71	ML	16.6	2.95	1.44	59	77
199	IC Gabro	29	73	45	28	0	53	47	SM	18.5	2.89	1.02	50	83
200	IC Gabro	22								20.3	3.03	0.83	45	81



DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
201	IC Gabro	20	50	29	21	0	18	82	CH	18.8	2.74	0.74	43	72
202	IC Gabro	21	72	36	36	0	8	92	MH	19.6	2.77	0.72	42	82
203	IC Gabro	9	34	31	3	0	54	46	SM	16.3	2.70	0.77		32
204	IC Gabro	10	31	27	4	0	74	26	SM	17.4	2.70	0.67		39
205	IC Gneis	24	62	39	23	0	7	93	MH	16.7				
206	IC Gneis	87	137	47	90	0	32	68	CH	15.7				
207	IC Gneis	21	44	33	11	0	39	61	ML	15.7				
208	IC Gneis	22				69	26	5	GP	17.7				
209	IC Gneis	39	58	50	8	9	6	85	MH	17.4				
210	IC Gneis	36	51	44	6	6	28	66	MH	16.4				
211	IC Gneis	55	55	33	22	0	7	92	MH	16.0		1.51		96
212	IC Gneis	25	27	19	8	1	41	58	CL	18.4		0.77		85
213	IC Gneis	23	31	27	4	5	54	41	SM	17.1				
214	IC Gneis	21	33	27	6	1	30	70	ML	17.2		0.82		67
215	IC Gneis	17	28	20	8	3	34	63	CL	20.4		0.49		90
216	IC Gneis	16	31	23	8	1	28	71	ML	19.8		0.53		82
217	IC Gneis	30	52	37	15	21	22	57	MH	17.3		0.96		83
218	IC Gneis	19	26	18	8	3	47	50	CL	19.2		0.61		83
219	IC Gneis	46	59	50	9	0	2	98	MH	17.2		1.27		
220	IC Gneis	17	35	28	7	0	39	61	ML	17.9				
221	IC Gneis	28	32	27	5	0	42	58	ML	17.7				
222	IC Gneis	29	63	46	18	0	10	90	MH	16.5				
223	IC Gneis	27	74	47	27	0	7	93	MH	17.9				
224	IC Gneis	19	35	25	10	20	25	55	ML	19.6				
225	IC Gneis	17	40	30	10	9	49	42	SM	18.4				
226	IC Gneis	41	58	39	19	0	7	93	MH	16.6		1.22		90
227	IC Gneis	28	52	37	15	0	5	95	MH	16.6		1.00		73
228	IC Gneis	31	51	43	8	0	12	88	MH	17.5				
229	IC Gneis	25	57	42	15	0	37	63	MH	16.7				
230	IC Gneis	32	37	34	4	0	33	67	ML	17.3				
231	IC Gneis	34	53	45	8	0	8	92	MH	16.9				
232	IC Gneis	27	51	39	12	0	63	37	SM	18.4				
233	IC Gneis	27	41	31	10	0	54	46	SM	18.3				
234	IC Gneis	26	43	38	5	3	63	34	SM	18.4	2.85	0.95	49	78
235	IC Gneis	38	45	34	11	0	31	69	ML	17.2		1.07		92
236	IC Gneis	46	49	39	10	0	24	76	ML	16.5		1.29		94
237	IC Gneis	31	43	35	8	2	59	39	SM	18.6	2.01	1.01	50	87
238	IC Gneis	39	51	38	13	0	17	83	MH	16.6		1.17		88
239	IC Gneis	37	49	37	12	0	9	91	ML	17.1		1.08		86

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
240	IC Gneis	7	30	25	5	0	36	64	ML	18.7				28
241	IC Gneis	49	55	41	14	6	27	67	MH	16.2	2.94	1.72	63	84
242	IC Gneis	49	59	42	17	0	16	84	MH	15.3	3.05	1.97	66	76
243	IC Gneis	51	62	45	17	1	36	63	MH	16.0	2.93	1.78	64	85
244	IC Gneis	30	49	38	11	0	45	55	ML	16.8	2.90	1.24	55	70
245	IC Gneis	29	39	33	6	3	72	25	SM	18.6	2.81	0.95	49	85
246	IC Gneis	16	33	30	3	0	79	21	SM	19.6	2.70	0.59	37	70
247	IC Gneis	22	36	31	6	9	52	40	SC-SM	19.4				
248	IC Gneis	24	31	23	8	2	61	37	SM	19.2				67
249	IC Gneis	18	32	19	13	0	42	58	CL	19.8				72
250	IC Gneis	15	34	19	15	0	45	55	CL	20.1				68
251	IC Gneis	24	32	24	8	0	39	61	ML	18.6		0.74		87
252	IC Gneis	43	41	36	4	0	9	91	ML	17.6				
253	IC Gneis	20	29	26	3	0	23	77	ML	19.6				
254	IC Gneis	41	53	43	10	0	8	92	MH	16.7		1.24		
255	IC Gneis	17	34	30	4	2	40	59	ML	18.6				
256	IC Gneis	20	34	27	7	0	36	64	ML	18.6				
257	IC Gneis	26	34	30	5	0	54	46	SC-SM	18.6				
258	IC Gneis	29	35	29	5	0	38	62	ML	17.7				
259	IC Gneis	12	34	29	5	0	78	22	SC-SM	18.6				
260	IC Gneis	12	33	29	4	0	70	30	SM	20.6				
261	IC Gneis	20	40	33	7	1	43	56	ML	17.7				
262	IC Gneis	32	59	42	16	0	21	79	MH	18.6				
263	IC Gneis	30	63	41	22	0	33	68	MH	17.1				79
264	IC Gneis	41	32	24	8	9	12	79	MH	16.5				
265	IC Gneis	52	35	25	10	0	5	95	MH	17.1				
266	IC Gneis	12	68	41	27	0	20	80	MH	14.7				
267	IC Gneis	41								16.2	2.62	1.25		86
268	IC Gneis	24	30	19	11	13	34	53	SC	18.9	2.65	0.71		91
269	IC Gneis	18	27	21	6	4	55	41	SC	17.6	2.74	0.80		59
270	IC Gneis	39	61	44	17	0	8	92	MH	16.5	2.78	1.31		84
271	IC Gneis	45								16.0	2.79	1.47		85
272	IC Gneis	34								15.5	2.75	1.33		69
273	IC Granodiorita	36	62	56	7	0	62	38	SM	16.3	2.71	1.03		99
274	IC Granodiorita	41	59	34	25	0	43	57	MH	17.0	2.60	1.13		96
275	IC Granodiorita	24	38	30	8	0	70	30	SM	17.9	2.61	0.78		80
276	IC Granodiorita	22	30	17	13	0	51	49	SC	19.3	2.61	0.62		93
277	IC Granodiorita	22				0	69	31	SM	19.9	2.61	0.57		100
278	IC Granodiorita	42	50	38	12	0	5	95	ML	16.6		1.24		91

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
279	IC Granodiorita	18	47	32	15	14	31	55	ML	18.5		0.66		73
280	IC Granodiorita	29	41	29	12	1	12	87	ML	16.4		1.04		74
281	IC Granodiorita	56	42	34	8	0	10	90	ML	16.6		1.46		97
282	IC Granodiorita	70	61	47	14	1	13	86	MH	14.9		1.98		94
283	IC Granodiorita	10	38	30	7	0	19	81	ML	17.7				
284	IC Granodiorita	37	50	34	16	2	10	88	MH	17.1		1.07		91
285	IC Granodiorita	25	42	33	9	0	29	71	ML	17.5	2.82	1.01	50	70
286	IC Granodiorita	43	52	15	37	0	12	88	MH	17.5	2.83	1.32	57	93
287	IC Granodiorita	39	52	38	14	0	15	85	MH	17.4	2.79	1.23	55	88
288	IC Granodiorita	17	32	32	0	0	84	16	SM	18.5	2.77	0.74	43	62
289	IC Granodiorita	32	43	37	6	0	26	74	ML	17.7				
290	IC Granodiorita	39	76	47	29	0	12	88	MH	16.7				
291	IC Granodiorita	24	38	29	9	0	59	41	SM	18.0				
292	IC Granodiorita	26	41	30	11	0	59	41	SM	17.1				
293	IC Granodiorita	39	40	33	6	0	49	51	ML	17.4				
294	IC Granodiorita	30	38	31	7	1	53	46	SM	16.6				
295	IC Granodiorita	30	58	23	34	0	58	42	SC	17.1				
296	IC Granodiorita	18				1	63	36	SM	17.5	2.72	0.81		58
297	IC Granodiorita	32	46	39	7	0	58	42	SM	18.4	2.68	0.88		97
298	IC Granodiorita	27	45	32	13	0	30	70	ML	17.8		0.86		84
299	IC Granodiorita	39	38	29	9	7	34	59	ML	17.3		1.09		95
300	IC Granodiorita	19	47	41	6	0	58	42	SM	19.4				
301	IC Granodiorita	30	53	30	23	0	31	69	CL-ML	16.5	2.68	1.08		76
302	IC Granodiorita	25								17.5	2.69	0.89		76
303	IC Granodiorita	50	76	45	31	1	15	84	MH	16.2		1.41		70
304	IC Granodiorita	43	46	37	9	0	6	94	ML	17.7	2.77	1.25	55	96
305	IC Granodiorita	46	53	48	5	8	56	36	SM	16.9	2.86	1.47	59	89
306	IC Granodiorita	27								16.2	2.66	1.04		68
307	IC Granodiorita	25								15.0	2.67	1.17		56
308	IC Granodiorita	25								16.2	2.69	1.03		65
309	IC Granodiorita	33								16.7	2.67	1.09		82
310	IC Granodiorita	17	49	29	20	3	51	46	SM	17.6	2.70	0.76		61
311	IC Granodiorita	24	45	30	15	1	60	39	SM	17.9	2.63	0.79		80
312	IC Granodiorita	15								19.8	2.68	0.52		75
313	IC Granodiorita	27								18.4	2.63	0.78		90
314	IC Granodiorita	21	36	35	1	0	66	34	SM	18.1	2.66	0.75		76
315	IC Granodiorita	20								17.1	2.66	0.84		65
316	IC Granodiorita	23								17.4	2.62	0.82		74
317	IC Granodiorita	22	29	29	0	2	61	37	SM	18.1	2.64	0.74		77

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
318	IC Granodiorita	17	39	39	0	0	70	30	SM	18.5	2.64	0.64		71
319	IC Granodiorita	20	37	35	2	1	68	31	SM	18.6	2.66	0.68		78
320	IC Granodiorita	34	54	32	22	22	35	43	SM	17.8	2.64	0.94		95
321	IC Granodiorita	16	30	20	10	20	54	26	SC	16.5	2.62	0.80		51
322	IC Granodiorita	22	40	29	11	0	54	46	SM	17.5	2.65	0.81		72
323	IC Granodiorita	24	44	31	13	0	53	47	SM	17.5	2.66	0.85		75
324	IC Granodiorita	17	25	18	7	0	69	31	SC-SM	17.8	2.62	0.68		64
325	IC Granodiorita	27	36	26	10	3	45	52	ML	16.6	2.68	1.01		72
326	IC Granodiorita	34	46	36	10	0	71	29	SM	18.1	2.67	0.97	49	92
327	IC Granodiorita	29	27	24	3	10	78	12	SW-SM	18.8	2.64	0.77		99
328	IC Granodiorita	35	40	34	6	6	51	43	SM	18.5	2.66	0.89		100
329	IC Granodiorita	27	45	40	5	1	53	46	SM	18.2	2.73	0.86		84
330	IC Granodiorita	17	30	29	1					18.5	2.64	0.64		71
331	IC Granodiorita	28	33	26	7	0	62	38	SM	19.3	2.70	0.76		99
332	IC Granodiorita	25	36	25	11	0	59	41	SM	18.8	2.64	0.72		88
333	IC Granodiorita	36	37	24	13	0	46	54	CL	16.9	2.64	1.10		87
334	IC Granodiorita	29	58	29	29	0	49	51	SC	16.8				
335	IC Granodiorita	32	49	37	12	0	35	65	ML	17.5				
336	IC Granodiorita	43	58	46	12	2	42	56	MH	16.6				90
337	IC Granodiorita	25	50	32	18	22	34	44	SM	24.5				90
338	IC Granodiorita	42	65	48	17	0	45	55	MH	16.1	2.84	1.50	60	79
339	IC Granodiorita	33	56	50	6	0	75	25	SM	16.7	2.83	1.25	56	75
340	IC Granodiorita	29	39	34	5	0	77	23	SM	18.3	2.87	1.03	51	82
341	IC Granodiorita	33	59	44	16	0	49	51	MH	17.0	2.81	1.19	54	77
342	IC Granodiorita	43								17.4	2.81	1.32	57	92
343	IC Granodiorita	39	47	39	8	0	70	30	SM	16.8	2.84	1.35	58	83
344	IC Granodiorita	41	51	44	7	0	54	46	SM	16.2	2.78	1.42	59	80
345	IC Granodiorita	27	41	36	5	0	64	36	SM	17.9	2.93	1.07	52	73
346	IC Granodiorita	44	57	36	21	1	49	50	MH	17.0	2.79	1.37	58	90
347	IC Granodiorita	46	60	42	18	0	12	88	MH	16.4	2.76	1.47	59	87
348	IC Granodiorita	35	53	35	19	7	60	33	SM	17.8	2.82	1.14	53	86
349	IC Granodiorita	31	42	36	5	0	69	31	SM	18.1	2.71	0.97	49	87
350	IC Granodiorita	39	50	41	8	0	65	35	SM	16.8	2.83	1.35	57	82
351	IC Granodiorita	23	38	36	3	0	77	23	SM	18.4	2.83	0.89	47	73
352	IC Granodiorita	32	42	31	11	0	47	53	ML	18.6	2.74	0.95	49	92
353	IC Granodiorita	29	39	33	6	0	62	38	SM	18.9	2.75	0.88	47	91
354	IC Granodiorita	27	41	32	9	0	65	35	SM	18.4	2.87	0.99	50	79
355	IC Granodiorita	29	45	31	14	0	57	43	SM	18.6	2.84	0.97	49	84

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
356	IC Granodiorita	29	43	33	10	0	58	42	SM	18.6	2.77	0.92	48	86
357	IC Granodiorita	32	42	26	16	3	36	61	ML	18.4	2.81	1.02	50	88
358	IC Granodiorita	25	39	28	11	0	54	46	SM	19.1	2.81	0.85	46	84
359	IC Granodiorita	30	36	10	26	1	64	34	SM	18.0	2.82	1.04	51	81
360	IC Granodiorita	36	46	30	16	1	49	50	ML	17.7	2.82	1.16	54	87
361	IC Granodiorita	31	42	32	10	0	57	43	SM	18.3	2.82	1.02	51	85
362	IC Granodiorita	26	38	29	9	0	56	44	SM	19.2	2.78	0.82	45	88
363	IC Granodiorita	33	45	36	9	0	67	33	SM	17.2	2.76	1.13	53	80
364	IC Granodiorita	24	62	53	9	2	58	40	SM	20.2	2.72	0.68	40	99
365	IC Granodiorita	27	37	30	7	0	66	34	SM	19.7	2.69	0.74	42	100
366	IC Granodiorita	37	49	34	15	0	52	48	SM	18.1	2.80	1.13	53	92
367	IC Granodiorita	35	47	37	10	0	50	50	ML	18.2	2.79	1.07	52	91
368	IC Granodiorita	29	45	37	8	0	75	25	SM	18.2	2.80	0.99	50	83
369	IC Granodiorita	28	39	33	6	0	73	27	SM	18.2	2.77	0.95	49	82
370	IC Granodiorita	41	59	48	11	0	56	44	SM	16.7	2.79	1.35	57	84
371	IC Granodiorita	35	49	38	11	0	47	53	ML	18.0	2.80	1.10	52	90
372	IC Granodiorita	44	52	43	9	0	48	52	MH	16.6	2.77	1.40	58	87
373	IC Granodiorita	30	40	36	4	0	63	37	SM	18.3	2.85	1.03	51	84
374	IC Granodiorita	31	41	35	6	0	67	33	SM	18.7	2.89	1.04	51	88
375	IC Granodiorita	38	49	40	9	0	49	51	ML	17.3	2.82	1.24	55	85
376	IC Granodiorita	32	54	45	9	0	61	39	SM	17.9	2.81	1.07	52	85
377	IC Granodiorita	40	49	39	10	0	42	58	ML	17.7	2.74	1.17	54	94
378	IC Granodiorita	37	59	41	18	0	43	57	MH	17.0	2.81	1.27	56	82
379	IC Granodiorita	43	56	39	17	0	39	61	MH	16.4	2.82	1.46	59	84
380	IC Granodiorita	31	52	44	8	0	60	40	SM	16.8	2.79	1.17	54	74
381	IC Granodiorita	33	53	23	30	0	60	40	SM	16.0	2.84	1.36	58	69
382	IC Granulita	11	41	29	12	2	45	54	ML	20.7				60
383	IC Granulita	39	53	13	41	0	15	85	MH	18.3	2.73	1.08	52	99
384	IC Granulita	42	52	35	17	0	68	32	MH	17.5	2.65	1.15	53	97
385	IC Granulita	38	54	36	18	0	8	92	MH	17.5	2.61	1.05	51	93
386	IC Granulita	41	57	44	13	0	3	97	MH	18.8	2.66	1.00	50	110
387	IC Migmatita	21	29	23	6	2	69	29	SC-SM	19.5	2.64	0.61		90
388	IC Migmatita	22	59	36	23	4	25	71	MH	17.0	2.68	0.90		65
389	IC Migmatita	39	52	40	12	0	21	79	MH	17.7	2.86	1.25	55	90
390	IC Migmatita	35	42	35	6	0	47	53	ML	16.7	2.84	1.30	56	77
391	IC Migmatita	21	34	25	10	0	40	60	ML	18.5	2.93	0.92	48	68
392	IC Migmatita	24	27	24	3	0	46	54	ML	19.2	2.92	0.89	47	79
393	IC Migmatita	18	49	34	15	16	48	36	SM	18.3	2.78	0.98	50	86
394	IC Migmatita	31	53	37	16	0	21	79	MH	18.8	2.82	0.96	49	91

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
395	IC Migmatita	35	43	32	11	8	47	45	SM	19.0	3.01	1.14	53	92
396	IC Migmatita	21	33	27	6	0	53	47	SM	18.6	2.75	0.79	44	75
397	IC Migmatita	34	49	40	9	2	60	38	SM	18.0	2.80	1.08	52	88
398	IC Migmatita	43	55	45	10	0	43	57	MH	17.5	2.95	1.42	58	89
399	IC Migmatita	52	68	57	11	0	46	54	MH	16.3	2.85	1.65	62	89
400	IC Migmatita	37	50	32	18	1	32	67	CH	16.4	2.75	1.26		82
401	IC Migmatita	30	49	38	11	1	0	99	ML	18.6	2.77	0.95	49	89
402	IC Migmatita	15	35	29	6	3	54	43	SM	19.2	3.00	0.77		59
403	IC Migmatita	54	65	45	20	0	8	92	MH	16.1	2.79	1.67	63	91
404	IC Migmatita	50	60	43	17	0	9	91	MH	16.9	2.72	1.42	59	96
405	IC Migmatita	50	62	46	16	0	8	92	MH	16.5	2.83	1.58	61	90
406	IC Migmatita	41	52	39	13	0	14	86	MH	17.4	2.64	1.13	53	94
407	IC Migmatita	41	53	37	16	0	10	90	MH	17.1	2.81	1.31	57	88
408	IC Migmatita	42	55	40	16	0	27	73	MH	17.2	2.77	1.29	56	90
409	IC Migmatita	37	36	29	6	0	62	38	SM	18.0	2.96	1.25	55	87
410	IC Migmatita	37	56	39	16	0	21	79	MH	17.7	2.76	1.14	53	89
411	IC Migmatita	31	48	36	12	0	41	59	ML	18.6	2.79	0.97	49	90
412	IC Migmatita	41	55	40	15	0	15	85	MH	18.0	2.84	1.22	55	95
413	IC Migmatita	42	59	50	9	0	5	95	MH	17.5	2.75	1.23	55	93
414	IC Migmatita	41	60	50	10	0	2	98	MH	17.5	2.68	1.16	54	94
415	IC Migmatita	67	52	39	13	0	65	35	SM	14.6	2.60	1.97	66	89
416	IC Migmatita	46	51	45	6	1	30	69	MH	16.9	2.71	1.35	57	92
417	IC Migmatita	16	53	41	12	6	51	43	SM	19.3	2.75	0.46	39	67
418	IC Migmatita	25	53	23	30	12	62	26	SC	18.0	2.72	0.88	47	76
419	IC Migmatita	43	54	39	16	0	4	96	MH	16.1	2.80	1.50	60	81
420	IC Migmatita	22	45	37	8	0	47	53	ML	17.4	2.86	1.00	50	62
421	IC Migmatita	35	42	36	6	0	57	43	SM	17.6	2.73	1.09	52	87
422	IC Migmatita	17	43	36	7	0	42	58	ML	18.7	2.83	2.83	43	62
423	IC Migmatita	54	38	28	10	4	58	38	SM	16.2	2.80	1.67	63	91
424	IC Migmatita	38	46	34	12	4	54	42	SM	17.4	2.81	1.23	55	87
425	IC Migmatita	54	70	49	21	0	3	97	MH	16.2	2.80	1.67	63	91
426	IC Migmatita	25	41	29	12	0	57	43	SM	20.6	3.00	0.83	45	92
427	IC Migmatita	48	62	44	18	1	18	81	MH	14.7	2.81	1.83	65	75
428	IC Migmatita	21	33	25	8	5	57	38	SM	20.5	3.15	0.86	46	78
429	IC Migmatita	26	37	27	10	1	51	47	SM	20.0	2.91	0.83	45	90
430	IC Migmatita	22	37	26	11	5	51	44	SM	20.0	2.85	0.74	43	86
431	IC Migmatita	32	40	24	16	1	42	57	CL	14.3	2.75	1.49		60
432	IC Migmatita	15	38	23	15	1	34	66	CL	19.2	3.00	0.77		60
433	IC Migmatita	10	33	20	13	2	46	52	CL	19.2	3.03	0.55		57

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
434	IC Migmatita	25	38	31	7	0	56	44	SM	18.9	2.76	0.86	46	81
435	IC Migmatita	42	64	39	25	0	31	69	MH	16.6	2.82	1.40	58	84
436	IC Migmatita	31	46	38	8	0	63	37	SM	18.1	2.86	1.07	52	83
437	IC Migmatita	37	39	32	7	0	55	45	SM	17.5	2.81	1.20	54	86
438	QF IB (OCC)	47	55	40	15	22	27	52	MH	15.7				
439	QF IB (OCC)	47	48	42	6	4	48	48	SM	18.1				
440	QF IB (OCC)	37	51	35	16	0	12	88	MH	16.9		1.08		91
441	QF IB (OCC)	33	50	33	17	0	27	73	MH	18.4				
442	QF IB (OCC)	31	48	39	8	14	47	39	SC	17.7				
443	QF IB (OCC)	38	53	40	12	1	33	66	MH	17.8				
444	QF IC (OCC)	50	55	27	28	0	21	79	CH	16.5	2.80	1.49		93
445	QF IC (OCC)	26	50	34	16	0	15	85	ML	16.1				
446	QF IC (OCC)	43				14	58	28	SM	17.1				
447	QF IC (OCC)	40	58	32	26	0	6	95	MH	16.4				
448	QF IC (OCC)	41	48	30	18	0	11	89	ML	16.2				
449	QF IC (OCC)	28	47	34	13	0	26	74	ML	19.6				
450	QF IC (OCC)	34	73	51	22	59	9	33	GM	16.8				
451	QF IC (OCC)	32	47	29	18	2	13	85	ML	16.8				
452	QF IC (OCC)	36	58	42	16	3	15	82	MH	17.6				
453	QF IC (OCC)	31	41	29	12	2	21	77	ML	17.7				
454	QF IC (OCC)	23	53	33	19	7	30	63	MH	17.9				
455	QF IC (OCC)	44	56	40	16	4	19	77	MH	16.0				
456	QF IC (OCC)	62	27	21	6	5	32	63	CL-ML	15.6		1.68		97
457	QF IC (OCC)	30	46	34	12	10	33	57	ML	18.4				
458	QF IC (OCC)	38	48	36	12	8	22	70	ML	16.8				
459	QF IC (OCC)	46	59	40	19	17	41	42	SM	16.8	2.72	1.36	58	91
460	QF IC (OCC)	43	58	47	11	0	13	87	MH	17.1	2.72	1.27	56	91
461	QF IC (OCC)	18	55	43	12	0	6	94	MH	18.3	2.72	1.08	52	100
462	QF IC (OCC)	33	46	34	12	1	19	80	ML	17.4		1.10		99
463	QF IC (OCC)	36	60	46	14	1	13	86	MH	17.9		0.98		98
464	QF IC (OCC)	32	48	25	23	3	43	54	CL	18.6	2.65	0.88	47	96
465	QF IC (OCC)	39	49	32	17	5	44	51	ML	17.1	2.75	1.24	55	86
466	QF IC (OCC)	58	84	48	36	5	19	76	CH	16.4	2.72	1.62	62	97
467	QF IC (OCC)	36	69	35	34	1	50	49	SM	17.7	2.79	1.14	53	87
468	QF IC (OCC)	47	73	32	41	0	20	80	CH	16.0	2.75	1.52	60	84
469	QF IC (OCC)	30	47	30	17	0	61	39	SM	19.1	2.79	0.89	47	93
470	QF IC (OCC)	36	49	25	24	0	26	74	CL	17.4	2.91	1.28	56	82
471	QF IC (OCC)	33	47	33	14	9	31	60	ML	18.4	3.01	1.16	54	84
472	QF IC (OCC)	34	58	34	24	7	17	76	MH	17.9		0.94		95

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
473	QF IC (OCC)	42	56	37	19	1	12	87	MH	12.6		1.14		98
474	QF IC (OCC)	36	52	29	23	0	32	68	CL-ML	19.3		0.96		100
475	QF IC (OCC)	26	22	21	1	0	48	52	CL	18.6				
476	QF IC (OCC)	29	29	28	1	2	22	76	ML	17.8				
477	QF IC (OCC)	41	36	31	5	0	48	52	ML	15.9				
478	QF IC (OCC)	50	81	43	38	0	1	99	MH	16.1		1.43		93
479	QF IC (OCC)	46	43	23	20	18	19	63	CL	16.7		1.28		96
480	QF IC (OCC)	49	26	20	6	10	19	71	CL	16.4		1.37		95
481	QF IC (OCC)	38	47	31	16	1	39	59	ML	17.7				
482	QF IC (OCC)	25	59	36	23	0	18	82	MH	19.6				
483	QF IC (OCC)	30	60	34	26	35	21	44	GM	18.3				
484	QF IC (OCC)	33	44	22	22	41	27	33	GC	17.5				
485	QF IC (OCC)	42	46	24	22	4	30	66	CL	16.9	2.73	1.27		91
486	QF IC (OCC)	50	70	32	38	1	6	93	CL-ML	16.8	2.68	1.35		99
487	QF IC (OCC)	42	58	28	30	4	16	80	CH	16.9	2.73	1.27		91
488	QF IC (OCC)	30	43	21	23	0	35	65	CL	19.1	2.76	0.88	47	93
489	QF IC (OCC)	24	52	25	27	0	41	59	CH	17.9	2.88	1.00	50	70
490	QF IC (OCC)	33	46	35	11	0	29	71	ML	17.9	2.97	1.20	55	81
491	QF IC (OCC)	33	56	35	20	1	32	67	MH	17.5	2.95	1.24	55	79
492	QF IC (OCC)	29	42	31	11	0	60	40	SM	18.2	2.86	1.03	51	81
493	QF IC (OCC)	25	42	24	18	4	30	66	CL	18.1	2.79	0.92	48	75
494	QF IC (OCC)	33	45	28	17	10	33	57	ML	18.0	2.95	1.17	54	83
495	QF IC (OCC)	34	48	29	19	19	42	39	SM	17.1	3.09	1.42	59	74
496	QF IC (OCC)	45	37	26	11	1	11	88	ML	16.6		1.29		93
497	QF IC (OCC)	30	41	20	21	5	25	70	CL	18.2		0.86		94
498	QF IC (OCC)	21	45	28	17	2	24	74	ML	18.9				
499	QF IC (OCC)	53	92	66	26	0	22	78	MH	14.7				
500	QF IC (OCC)	30	56	36	20	1	56	43	SM	18.8	2.62	0.82	45	97
501	QF IC (OCC)	35	43	27	16	12	48	40	SM	18.8	2.69	0.93	48	100
502	QF IC (OCC)	29	45	38	7	4	52	44	SM	18.8	2.74	0.88	47	89
503	QF IC (OCC)	27	39	33	6	8	44	48	SM	18.5	2.73	0.88	47	84
504	QF IC (OCC)	40	49	34	15	0	20	80	ML	17.9				
505	QF IC (OCC)	40	49	34	15	0	20	80	ML	17.9				94
506	QF IC (OCC)	29	49	34	15	0	20	80	ML	18.9				
507	QF IC (OCC)	25	38	31	7	0	15	85	ML	18.6				
508	QF IC (OCC)	34	40	31	8	0	13	87	ML	17.7				
509	QF IC (OCC)	40	55	39	16	0	34	66	MH	16.7				
510	QF IC (Oriental)	20	26	18	8	27	40	33	SC	20.4		0.52		97
511	QF IC (Oriental)	16	29	23	6	0	34	66	ML	19.6				



DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
512	QF IC (Oriental)	27	36	31	5	1	36	63	ML	17.9				
513	QF IC (Oriental)	45	29	20	9	29	23	48	GC	17.1		1.19		99
514	QF IC (Oriental)	24	36	25	11	2	21	77	ML	19.8		0.63		102
515	QF IC (Oriental)	29	36	26	10	11	21	68	ML	18.7		0.79		97
516	QF IC (Oriental)	43	58	40	18	6	3	91	MH	16.6		1.25		92
517	QF IC (Oriental)	41	67	41	26	0	6	95	MH	16.8		1.18		92
518	QF IC (Oriental)	45	69	35	34	1	13	86	MH	16.6		1.29		93
519	QF IC (Oriental)	64	76	50	25	0	25	75	MH	15.9				
520	QF IC (Oriental)	35	63	50	13	0	4	96	MH	17.4				
521	QF IC (Oriental)	32	46	32	14	0	37	63	ML	17.4	2.82	1.11	53	82
522	QF IC (Oriental)	26	34	33	1	1	47	52	ML	18.5	2.69	0.79		88
523	QF IC (Oriental)	27	30	28	2	5	50	45	SM	17.9	2.70	0.87		83
524	QF IC (Oriental)	23	48	30	18	20	24	56	ML	18.5		0.73		82
525	QF IC (Oriental)	23	40	32	8	10	60	30	SM	19.6	2.80	0.75	43	84
526	QF IC (Oriental)	28				33	38	29	SM	18.5	2.84	0.97	49	83
527	QF IC (Oriental)	24	36	26	10	7	90	3	SM	19.4	2.89	0.85	46	83
528	QF IC (Oriental)	20	38	28	10	16	54	30	SM	19.2	2.83	0.77	43	73
529	QF IC (Oriental)	24	43	31	12	16	44	40	SM	19.5	2.72	0.73	42	90
530	QF IC (Oriental)	65	64	53	11	16	45	39	SM	16.6				
531	QF IC (Oriental)	47	60	46	14	0	23	77	MH	16.5		1.32		95
532	QF IC (Oriental)	49	66	51	15	1	23	76	MH	16.6	2.82	1.52	60	90
533	QF IC (Oriental)	49	76	38	39	1	41	58	MH	17.9	2.74	1.28	56	105
534	QF IC (Oriental)	50	54	33	21	9	28	63	MH	17.2	2.80	1.44	59	98
535	QF IC (Oriental)	54	87	61	26	0	14	87	MH	16.1				
536	QF IC (Oriental)	35	37	30	7	14	34	53	ML	17.9		1.00		
537	QF IC (Oriental)	25	35	30	6	11	41	48	SM	19.4		0.74		
538	QF IC (Oriental)	52	65	58	8	0	19	81	MH	15.8		1.56		
539	QF IC (Oriental)	55	50	30	20	10	31	59	ML	16.6				
540	QF IC (Oriental)	64	79	48	31	0	20	80	MH	15.6	2.81	1.95	66	92
541	QF IC (Oriental)	52	100	45	55	0	14	86	MH	16.9	2.78	1.51	60	96
542	QF IC (Oriental)	68	118	57	61	0	14	86	CH	15.8	2.73	1.90	65	98
543	QF IC (Oriental)	65	81	51	30	0	35	65	MH	15.6	2.73	1.89	65	94
544	QF IC (Oriental)	52	61	30	31	1	30	69	MH	16.0	2.71	1.57	61	90
545	QF IC (Oriental)	65	114	53	61	0	24	76	MH	15.9	2.76	1.88	65	96
546	QF IC (Oriental)	42	60	53	7	0	28	72	MH	16.4	2.77	1.41	58	83
547	QF IC (Oriental)	17	83	71	12	0	12	88	MH	16.6	3.05	2.31	70	100
548	QF IC (Oriental)	30	47	36	11	0	26	74	ML	14.6	2.91	1.60	61	55
549	QF IC (Oriental)	34	54	32	22	8	42	50	ML	17.1	3.15	1.49	60	74
550	QF IC (Oriental)	38	77	37	40	0	19	81	MH	18.3	2.91	1.20	54	90

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F(%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
551	QF IC (Oriental)	71	83	71	12	0	84	16	SM	15.5	2.80	2.10	68	95
552	QF IC (Oriental)	88	79	38	41	0	27	73	MH	15.0	2.88	2.60	72	98
553	QF IC (Oriental)	65	70	43	27	1	18	81	MH	16.0	2.79	1.89	65	96
554	QF IC (Oriental)	98	132	64	68	2	54	44	SM	14.0	2.60	2.69	73	95
555	QF IC (Oriental)	29	53	41	12	4	57	39	SM	17.3	2.65	0.99	50	78
556	QF IC (Oriental)	31	53	38	15	1	9	90	MH	18.6		0.83		98
557	QF IC (Oriental)	33	74	46	28	0	9	92	MH	17.8		0.94		93
558	QF IC (Oriental)	41	74	40	34	0	16	84	MH	18.2				
559	QF IC (Oriental)	26	96	60	37	2	9	89	MH	14.8				
560	QF IC (Oriental)	97	147	73	74	0	8	92	CH	14.1				
561	QF IC (Oriental)	31	76	38	38	0	2	98	MH	17.8	2.85	1.10	52	81
562	QF IC (Oriental)	35	50	40	10	0	37	63	MH	17.1	2.83	1.23	55	80
563	QF IC (Oriental)	38	61	39	22	0	6	94	MH	17.0	2.90	1.36	58	82
564	QF IC (Oriental)	22	36	26	10	7	41	52	ML	20.1	2.91	0.76	43	82
565	QF IC (Oriental)	20	39	23	16	2	48	50	SC	21.1	2.90	0.64	39	89
566	QF IC (Oriental)	34	46	37	9	0	36	64	ML	17.6	2.84	1.17	54	83
567	QF IC (Oriental)	40	55	42	13	0	26	74	MH	16.8	2.87	1.40	58	83
568	QF IC (Oriental)	12	36	33	3	0	64	36	SM	20.1	2.85	0.59	37	59
569	QF IC (Oriental)	27	37	28	9	3	54	43	SM	20.3	2.82	0.76	43	100
570	QF IC (Oriental)	28	45	29	16	4	50	46	SM	19.3	2.82	0.86	46	90
571	QF IC (Oriental)	27	38	36	3	0	77	23	SM	18.8	2.83	0.92	48	84
572	QF IC (Oriental)	30	45	32	13	0	31	69	ML	18.7	2.72	0.89	47	91
573	QF IC (Oriental)	20	50	26	24	0	35	65	MH	20.6				
574	QF IC (Oriental)	38	45	29	16	0	43	57	ML	18.3				
575	QF IC (Oriental)	31	51	36	15	0	20	80	MH	19.3				
576	QF IC (Oriental)	47	75	46	29	0	17	83	MH	16.0				
577	QF IC (Oriental)	43	52	32	20	0	24	76	MH	18.0				
578	QF IC (Oriental)	41	64	32	32	1	14	85	MH	17.9				
579	QF IC (Oriental)	35								17.7	2.93	1.19		85
580	QF IC (Oriental)	18	61	32	29	27	27	46	SM	16.6	3.03	1.13		49
581	QF IC (Oriental)	38	55	34	21	7	23	70	MH	16.0	2.94	1.49		76
582	QF IC (Oriental)	32	52	36	16	1	26	73	MH	17.9	2.98	1.15		83
583	QF IC (Oriental)	30	43	31	12	3	35	62	ML	17.3	2.71	0.99		82
584	QF IC (Oriental)	27	49	34	15	2	27	71	ML	18.2	2.95	1.02		78
585	QF IC (Oriental)	35	68	41	27	6	31	63	MH	17.1	3.00	1.31		79
586	QF IC (Oriental)	39	53	44	9	9	37	54	MH	15.6	2.80	1.45		76
587	QF IC (Oriental)	47	59	55	4	2	21	77	MH	16.9		1.28		99
588	QF IC (Oriental)	17	77	52	25	2	27	71	MH	16.7	2.75	1.09	52	67
589	QF IC (Oriental)	37	61	49	12	0	27	73	MH	16.8	2.79	1.28	54	70

DATO*	Material	%W	LL	LP	IP	G (%)	S (%)	F (%)	USCS	$\gamma_H$	Gs	e	n	%S
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[1]	[1]	[%]	[%]
590	QF IC (Oriental)	43	26	25	1	15	34	51	MH	17.0	2.82	1.38	58	88
591	QF IC (Oriental)	53	63	41	22	0	23	77	MH	16.5	2.73	1.54	61	94
592	QF IC (Oriental)	56	70	35	35	1	5	94	MH	16.6	2.69	1.53	60	99
593	QF IC (Oriental)	43	48	44	4	1	24	75	ML	16.3		1.36		
594	QF IC (Oriental)	41	65	40	25	1	17	82	MH	17.2	2.87	1.36	58	87
595	QF IC (Oriental)	32	80	45	35	2	40	58	MH	18.6	2.78	0.98	49	92
596	QF IC (Oriental)	21	44	31	13	4	69	27	SM	19.0	2.83	0.80	44	73
597	QF IC (Oriental)	49								15.5	2.62	1.48		87
598	QF IC (Oriental)	22	34	26	8	25	31	44	SM	18.9	2.77	0.79	44	78
599	QF IC (Oriental)	26	43	29	14	0	27	73	ML	19.2	2.92	0.92	48	83
600	QF IC (Oriental)	19	33	30	3	0	56	44	SM	16.8		0.96		
601	QF IC (Oriental)	47	54	40	14	0	30	70	MH	16.6	2.75	1.44	59	91
602	QF IC (Oriental)	44	59	42	17	0	8	92	MH	16.9	2.71	1.31	57	91
603	QF IC (Oriental)	28	43	33	10	0	78	22	SM	18.3	2.88	1.01	50	79

**Tabla 8-6. Base de datos procesada. Resultados del Corte Directo CD. Sin puntos que dilatan**

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	IB Anfíbolita	39.0	79.0	139.0		49.0	60.1	140.5	
2	IB Anfíbolita	39.0	79.0	159.0		25.0	45.8	99.9	
3	IB Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		81.3	142.7	243.1	
4	IB Anfíbolita	90.0	180.0	360.0		98.5	131.2	242.0	
5	IB Anfíbolita	40.0	80.0	160.0		44.1	65.9	105.9	
6	IB Dunita	75.0	150.0	300.0		42.6	52.0	116.5	
7	IB Dunita		149.0	298.0			146.7	202.6	
8	IB Dunita		119.0	219.0			105.3	177.7	
9	IB Dunita	54.0	89.0	159.0		51.4	83.1	97.8	
10	IB Dunita		298.7	448.1			225.8	298.9	
11	IB Dunita		199.1	298.7			108.5	139.0	
12	IB Dunita	80.0	110.0	140.0	160.0	85.6	98.1	109.0	135.3
13	IB Dunita	120.0	170.0	210.0	260.0	73.6	93.1	113.0	127.1
14	IB Gabro	29.0		119.0		94.5		193.9	
15	IB Gabro			97.0				66.5	
16	IB Gabro	39.0	79.0	159.0		40.4	56.7	123.3	
17	IB Gabro	39.0	79.0	159.0		34.3	64.6	117.8	
18	IB Gabro	49.0	99.0	199.0		37.1	58.4	130.0	
19	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		65.2	115.3	153.0	
20	IB Gneis	70.1	140.2	280.5		38.6	76.5	151.2	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
21	IB Gneis	110.2	220.5	440.7		62.5	113.7	185.3	
22	IB Gneis	59.0	120.0	240.0		52.0	100.0	140.0	
23	IB Gneis	62.5	125.0	250.0		65.0	114.3	188.6	
24	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		69.8	97.1	144.5	
25	IB Gneis	75.0	150.0	300.0		63.6	164.1	249.8	
26	IB Granodiorita								
27	IB Granodiorita	89.9	179.7	359.5		103.5	129.7	168.9	
28	IB Granodiorita		99.0	199.0			96.1	154.5	
29	IB Granodiorita	59.0	119.0	239.0		49.1	92.7	123.6	
30	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.1	117.4	165.3	
31	IB Granodiorita								
32	IB Granodiorita	30.0	60.0	100.0		52.6	75.4	100.3	
33	IB Granodiorita			200.3				107.2	
34	IB Granodiorita		99.9	199.7			85.2	135.3	
35	IB Granodiorita		100.2	200.3			61.4	109.5	
36	IB Granodiorita	34.0	69.0	139.0		36.8	66.8	131.9	
37	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		42.4	48.6	132.4	
38	IC Anfíbolita	40.1	80.1	160.3		27.7	63.3	110.2	
39	IC Anfíbolita	59.9	119.8	239.6		42.2	80.4	155.5	
40	IC Anfíbolita		100.0	200.0			112.6	180.6	
41	IC Anfíbolita	150.0	250.0	300.0		170.4	223.4	269.4	
42	IC Anfíbolita	80.0	150.0	200.0		35.7	50.8	81.3	
43	IC Anfíbolita	60.0	125.0	200.0	250.0	107.6	130.7	189.4	228.4
44	IC Anfíbolita		100.0	125.0			43.5	81.2	
45	IC Anfíbolita	79.0	139.0	259.0		51.5	80.3	147.0	
46	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		96.6	187.0	300.6	
47	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		100.1	110.4	281.0	
48	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		56.1	104.8	157.2	
49	IC Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		46.2	124.1	209.6	
50	IC Anfíbolita	140.0	280.0	560.0		80.0	155.0	260.0	
51	IC Anfíbolita	30.0	60.0	120.0		30.0	46.0	60.0	
52	IC Anfíbolita	35.0	70.0	140.0		23.0	33.0	68.0	
53	IC Anfíbolita	95.0	190.0	380.0		65.0	95.0	190.0	
54	IC Anfíbolita	137.0	160.0	208.0		122.0	124.0	166.0	
55	IC Anfíbolita	120.6	239.8			73.4	132.2		
56	IC Anfíbolita		80.0	160.0			78.8	137.3	
57	IC Anfíbolita	34.0	69.0	139.0		20.7	53.3	75.1	
58	IC Anfíbolita	29.0	59.0	119.0		34.8	43.3	73.2	
59	IC Anfíbolita	109.0	219.0	417.0		129.4	154.2	306.9	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
60	IC Anfíbolita	72.0	149.0	298.0		88.8	182.9	247.8	
61	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		65.7	115.1	210.6	
62	IC Anfíbolita	122.0	245.0	492.0		121.7	332.0	479.7	
63	IC Anfíbolita	84.0	169.0	338.0		53.3	101.1	187.6	
64	IC Anfíbolita	79.0	139.0	259.0		55.4	108.9	220.9	
65	IC Anfíbolita	99.0	199.0	348.0		59.0	60.6	122.5	
66	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		77.9	143.0	242.0	
67	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		25.5	60.2	107.4	
68	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		64.4	123.1	200.5	
69	IC Anfíbolita	59.0	104.0	194.0		55.3	93.4	113.8	
70	IC Anfíbolita	89.0	184.0	368.0		59.1	120.7	180.7	
71	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		45.2	90.5	203.8	
72	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		69.3	118.0	223.3	
73	IC Anfíbolita	39.0				41.7			
74	IC Anfíbolita	29.0	59.0	119.0		24.4	77.6	69.9	
75	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		53.2	86.6	145.1	
76	IC Anfíbolita	39.0	59.0	99.0		27.8	43.3	94.3	
77	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		41.0	67.1	134.6	
78	IC Anfíbolita	74.0	134.0	388.0		73.6	81.1	180.1	
79	IC Anfíbolita	94.0	169.0	318.0		59.1	93.9	166.6	
80	IC Anfíbolita	69.0	119.0	219.0		70.0	59.5	90.6	
81	IC Anfíbolita	50.1	100.2	200.3		31.1	60.6	127.7	
82	IC Anfíbolita								
83	IC Anfíbolita		149.8	299.5			96.8	156.6	
84	IC Anfíbolita	80.1	160.3	320.5		42.8	88.3	205.7	
85	IC Anfíbolita	60.1	120.2	240.4		31.1	92.1	145.5	
86	IC Anfíbolita		80.1	160.3			56.8	120.5	
87	IC Anfíbolita	136.0	272.0	544.0		175.0	225.0	375.0	
88	IC Anfíbolita	59.0	99.0	179.0		48.2	89.8	136.9	
89	IC Anfíbolita	69.0	119.0	219.0		39.8	64.1	128.9	
90	IC Anfíbolita	50.0	100.0	200.0		47.1	82.9	150.7	
91	IC Anfíbolita	70.0	140.0	280.0		52.7	99.5	131.9	
92	IC Diorita	50.0	100.0	200.0		73.4	110.3	162.9	
93	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		37.4	61.2	117.1	
94	IC Diorita	71.2	142.5	280.9		61.2	125.6	195.6	
95	IC Diorita	68.0	136.0	272.0		35.0	52.0	93.0	
96	IC Diorita	49.0	98.0	196.0		44.0	60.0	130.0	
97	IC Diorita	62.5	125.0	250.0		49.5	82.5	175.6	
98	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		90.0	157.9	278.8	

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Ingeniería - Geotecnia

**Julián David Echeverry Aguilar**

Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Minas

Medellín, 2019

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
99	IC Diorita	37.0	74.0	146.0		33.0	54.0	100.0	
100	IC Diorita	74.0	150.0	300.0		45.6	81.4	116.5	
101	IC Diorita	140.0	250.0	400.0		66.1	101.7	171.5	
102	IC Diorita	100.0	140.0	180.0		68.9	80.0	118.9	
103	IC Diorita	250.0	290.0	360.0	400.0	166.5	169.2	221.3	254.4
104	IC Diorita	140.0	180.0	220.0	300.0	119.4	95.4	136.8	163.6
105	IC Diorita	200.0	240.0	280.0	320.0	139.6	172.0	185.5	204.6
106	IC Diorita	320.0	340.0	380.0	420.0	213.6	263.9	249.9	266.0
107	IC Diorita	130.0	160.0	190.0	210.0	82.5	95.6	106.0	130.7
108	IC Diorita	150.0	170.0	230.0	260.0	110.6	126.4	144.1	164.7
109	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		38.1	58.0	69.3	
110	IC Diorita	30.0	60.0	120.0		38.8	56.1	86.7	
111	IC Diorita	30.0	40.0	60.0		34.7	39.9	44.1	
112	IC Diorita	150.0	200.0			263.4	332.9		
113	IC Diorita	60.0	120.0	240.0		71.1	89.3	135.5	
114	IC Diorita								
115	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		96.5	176.0	272.1	
116	IC Dunita		139.8	279.6			113.6	224.8	
117	IC Dunita	36.0	72.0	140.0		32.0	58.0	75.4	
118	IC Dunita	104.0	194.0	368.0		44.2	88.8	175.7	
119	IC Dunita	109.0	199.0	378.0		78.2	134.6	253.5	
120	IC Dunita	89.0	179.0	358.0		71.1	160.0	231.5	
121	IC Dunita	39.0	79.0	159.0		7.8	41.1	68.9	
122	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		31.0	51.4	91.9	
123	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		62.2	80.0	121.1	
124	IC Dunita		199.0	398.0			238.4	357.4	
125	IC Dunita		149.0	298.0			123.8	202.0	
126	IC Dunita	99.0	199.0	348.0		69.8	123.2	190.4	
127	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		50.2	73.9	121.5	
128	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		86.7	140.5	261.8	
129	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		61.2	81.0	179.7	
130	IC Dunita			239.6				148.4	
131	IC Dunita	124.5	239.0	477.9		79.0	112.2	223.2	
132	IC Dunita	179.2	360.9	721.9		119.6	209.8	364.5	
133	IC Dunita	174.2	338.5	510.3	425.7	111.8	181.9	165.5	175.5
134	IC Dunita		261.4	522.7			169.6	203.1	
135	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		105.1	181.1	242.2	
136	IC Dunita	124.5	248.9	497.9		76.4	126.7	283.2	
137	IC Dunita	112.0	246.6	440.6		84.2	101.4	201.3	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
138	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		94.3	169.9	221.7	
139	IC Dunita	37.5	75.0	150.0		47.8	73.8	101.0	
140	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		63.7	122.4	213.6	
141	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		67.1	93.8	145.8	
142	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		46.7	41.4	119.8	
143	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		28.6	58.4	107.8	
144	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		52.8	68.2	119.4	
145	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		72.0	91.3	141.6	
146	IC Dunita	150.0	300.0	500.0		215.5	297.2	505.0	
147	IC Dunita	70.0	100.0	150.0	250.0	71.1	104.2	109.7	147.5
148	IC Dunita	150.0	190.0	230.0	320.0	94.9	121.9	129.4	166.7
149	IC Dunita	90.0	130.0	200.0		106.3	142.5	181.7	
150	IC Dunita	80.0	130.0	180.0	220.0	84.7	102.9	151.1	162.0
151	IC Esquisto	125.2	250.4	500.9		62.9	171.2	304.6	
152	IC Esquisto	125.2	250.2	500.9		52.7	170.1	252.7	
153	IC Esquisto		100.2	200.3			57.6	89.0	
154	IC Esquisto		250.4	500.9			151.9	262.5	
155	IC Esquisto	50.1	100.2	200.3		26.5	47.4	100.4	
156	IC Esquisto	39.0	59.0	99.0		33.2	42.7	84.8	
157	IC Esquisto		59.0	99.0			52.5	81.1	
158	IC Esquisto	74.0	134.0	249.0		61.1	87.2	151.1	
159	IC Esquisto	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0	
160	IC Gabro	100.0	200.0	400.0		100.5	154.2	267.3	
161	IC Gabro	75.0	150.0	300.0		79.6	138.2	243.5	
162	IC Gabro	75.0	100.0	125.0		54.1	64.9	70.1	
163	IC Gabro	80.0	150.0	250.0		144.3	182.6	238.1	
164	IC Gabro	120.0	200.0	300.0		134.6	160.2	218.2	
165	IC Gabro	150.3	300.5	601.0		75.7	161.1	320.4	
166	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		108.9	148.2	320.4	
167	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		78.0	140.3	204.3	
168	IC Gabro		79.0	159.0	328.0		74.9	83.0	300.9
169	IC Gabro	49.0	79.0	139.0	259.0	72.3	119.1	172.8	299.4
170	IC Gabro	48.0	73.0	97.0		27.0	33.2	54.6	
171	IC Gabro	91.0	134.0	307.0		70.7	82.2	127.6	
172	IC Gabro	59.0	99.0	179.0		31.5	87.9	110.9	
173	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		44.8	99.5	148.9	
174	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		53.5	110.1	100.8	
175	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		94.4	123.0	171.5	
176	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		91.3	164.3	251.4	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
177	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		57.4	98.9	135.3	
178	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		83.5	126.9	246.7	
179	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		42.7	83.5	148.4	
180	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		45.4	62.0	66.6	
181	IC Gabro			319.5				136.0	
182	IC Gabro	125.0	250.0	500.0		165.4	202.7	456.6	
183	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		53.3	105.9	188.5	
184	IC Gabro	79.0	159.0	318.0		46.7	83.6	136.7	
185	IC Gabro	79.0	159.0	318.0		41.1	92.6	153.0	
186	IC Gabro	199.7	399.4	698.4	599.1	102.4	201.8	369.2	272.8
187	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		46.7	67.1	141.3	
188	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		31.0	92.0	169.2	
189	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		73.9	106.1	185.2	
190	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		47.1	76.4	155.3	
191	IC Gabro	134.0	245.0	467.0		71.0	119.3	143.1	
192	IC Gabro	94.0	169.0	318.0		58.2	100.3	165.4	
193	IC Gabro	94.0	179.0	368.0		79.5	160.5	245.9	
194	IC Gabro	128.0		455.0		61.5		173.9	
195	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		69.5	122.0	194.4	
196	IC Gabro		99.0	199.0			96.0	141.1	
197	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		47.7	85.1	125.5	
198	IC Gabro		119.0	239.0			124.3	174.5	
199	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		52.2	134.7	220.6	
200	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		75.1	81.8	163.3	
201	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		18.3	18.2	29.4	
202	IC Gabro	24.0	34.0	49.0		6.1	21.3	15.4	
203	IC Gabro			398.3				204.2	
204	IC Gabro								
205	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		23.9	101.6	158.3	
206	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		50.9	83.6	163.5	
207	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.1	83.6	113.0	
208	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		81.4	125.5	228.3	
209	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		44.5	85.5	146.2	
210	IC Gneis	80.0	160.0	260.0		50.1	84.5	145.5	
211	IC Gneis	200.0	300.0	400.0	500.0	139.8	181.9	218.4	277.8
212	IC Gneis	150.0	250.0	350.0		134.3	183.5	244.9	
213	IC Gneis	150.0	200.0	250.0		106.0	155.9	171.1	
214	IC Gneis	30.0	60.0	90.0		73.2	92.4	105.4	
215	IC Gneis	40.0	80.0	120.0		74.8	107.6	145.5	



DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
216	IC Gneis	90.0	180.0	360.0		78.8	121.0	218.6	
217	IC Gneis	300.0	450.0	500.0		173.5	250.3	286.4	
218	IC Gneis		200.0	300.0			172.6	217.7	
219	IC Gneis	125.0	175.0	250.0		88.1	109.5	125.2	
220	IC Gneis	100.0	135.0	170.0		95.3	87.0	130.7	
221	IC Gneis	165.0	216.0	300.0		101.3	142.0	241.1	
222	IC Gneis	30.0	65.0	110.0		71.2	70.5	59.9	
223	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		87.4	119.4	244.5	
224	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		67.4	166.9	287.5	
225	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		87.8	127.0	225.3	
226	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		115.3	114.9	142.5	
227	IC Gneis	120.0	180.0	240.0		127.1	151.8	189.4	
228	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		78.7	96.6	156.4	
229	IC Gneis	100.0	180.0	240.0		99.4	127.5	164.8	
230	IC Gneis	80.0	100.0	180.0		62.6	79.5	131.5	
231	IC Gneis	80.0	100.0	160.0		33.1	49.3	71.7	
232	IC Gneis	109.0	218.0	436.0		90.0	125.0	225.0	
233	IC Gneis	118.0	236.0	472.0		75.0	145.0	270.0	
234	IC Gneis	69.0	119.0	219.0		47.2	95.5	144.4	
235	IC Gneis	75.0	130.0	220.0		71.6	117.6	161.1	
236	IC Gneis	100.0	180.0	250.0		97.0	134.8	163.3	
237	IC Gneis			159.0				145.6	
238	IC Gneis	50.0	90.0	110.0	140.0	67.5	109.0	122.1	143.9
239	IC Gneis	70.0	100.0	130.0	180.0	81.1	126.4	104.7	146.6
240	IC Gneis	15.0	30.0	60.0		50.0	70.0	100.0	
241	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		51.4	75.2	206.6	
242	IC Gneis			159.0				124.1	
243	IC Gneis		149.0	298.0			159.6	204.6	
244	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		52.9	101.3	168.2	
245	IC Gneis		119.0	239.0			118.6	181.0	
246	IC Gneis	79.0	144.0	269.0		104.8	163.2	187.6	
247	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		43.3	26.9	84.1	
248	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		150.0	190.0	305.0	
249	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		180.0	240.0	405.0	
250	IC Gneis	78.0	155.0	310.0		80.0	165.0	320.0	
251	IC Gneis			300.0				201.6	
252	IC Gneis	100.0	125.0	175.0		57.7	64.3	96.6	
253	IC Gneis			200.0				131.0	
254	IC Gneis		125.0	175.0			72.0	63.1	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
255	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		104.6	150.5	237.1	
256	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		113.2	180.0	367.9	
257	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		76.9	135.6	205.0	
258	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		54.9	130.0	220.3	
259	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		91.6	202.8	332.7	
260	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		169.8	304.7	441.8	
261	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		98.7	171.6	315.9	
262	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		39.6	124.7	205.4	
263	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		130.0	190.0	275.0	
264	IC Gneis	75.0	150.0	301.0		35.0	68.0	117.0	
265	IC Gneis	100.0	201.0	400.0		67.0	128.0	227.0	
266	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.9	74.4	134.2	
267	IC Gneis	119.8	249.6	499.2		43.7	95.3	220.9	
268	IC Gneis		249.6	449.3			124.8	255.6	
269	IC Gneis	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0	
270	IC Gneis			239.6				177.9	
271	IC Gneis		159.8	319.5			99.8	203.7	
272	IC Gneis		200.3	400.7			131.1	236.0	
273	IC Granodiorita	68.9	118.8	218.6		64.8	82.5	121.7	
274	IC Granodiorita	25.0	50.1	100.2		17.4	29.6	59.9	
275	IC Granodiorita		79.9	159.8			50.8	103.9	
276	IC Granodiorita	159.8	319.5	639.0		102.0	185.0	312.4	
277	IC Granodiorita			160.3				86.8	
278	IC Granodiorita								
279	IC Granodiorita			120.0				134.8	
280	IC Granodiorita		60.0	120.0			70.2	117.6	
281	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		68.9	104.0	155.0	
282	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		65.0	108.1	156.3	
283	IC Granodiorita	25.0	50.0	100.0		29.5	45.2	92.6	
284	IC Granodiorita		60.0	120.0			73.9	101.5	
285	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		21.5	42.1	81.9	
286	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.2	101.9	181.6	
287	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.9	91.9	155.9	
288	IC Granodiorita		179.0	358.0			211.9	357.7	
289	IC Granodiorita	75.0	150.0	300.0		78.4	119.9	225.9	
290	IC Granodiorita	62.5	125.0	250.0		66.9	110.9	161.7	
291	IC Granodiorita	100.0	140.0	180.0		72.1	102.1	112.3	
292	IC Granodiorita	200.0	240.0	300.0		128.9	156.0	183.9	
293	IC Granodiorita	80.0	120.0	160.0		63.3	90.4	104.0	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
294	IC Granodiorita	220.0	260.0	320.0		156.0	203.1	214.8	
295	IC Granodiorita	200.0	280.0	360.0		146.9	226.1	242.3	
296	IC Granodiorita	99.9	199.7	399.4		63.5	124.5	230.5	
297	IC Granodiorita		99.9	199.9			54.6	103.1	
298	IC Granodiorita	160.0	190.0	240.0	280.0	143.2	158.8	173.1	193.0
299	IC Granodiorita	220.0	260.0	300.0	340.0	180.6	201.2	224.7	246.0
300	IC Granodiorita	59.0	118.0	236.0		40.0	88.0	140.0	
301	IC Granodiorita		49.9	99.9			37.4	59.1	
302	IC Granodiorita								
303	IC Granodiorita	30.0				53.2			
304	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		61.4	99.8	156.5	
305	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.9	123.9	179.9	
306	IC Granodiorita		199.7	399.4			124.8	192.1	
307	IC Granodiorita		179.7	359.5			99.4	213.8	
308	IC Granodiorita		150.3	300.5			69.7	102.3	
309	IC Granodiorita			199.7				103.9	
310	IC Granodiorita			300.5				181.8	
311	IC Granodiorita		149.8	299.5			97.5	189.1	
312	IC Granodiorita		440.7	881.5			242.0	438.4	
313	IC Granodiorita	240.4	480.8	961.6		107.9	281.4	509.2	
314	IC Granodiorita			280.5				151.4	
315	IC Granodiorita	109.8	219.7	439.3		61.0	130.0	230.0	
316	IC Granodiorita	179.7	359.5	718.9		113.6	201.4	366.6	
317	IC Granodiorita		240.4	480.8			149.1	258.2	
318	IC Granodiorita		220.4	440.7			131.9	280.6	
319	IC Granodiorita	259.6	519.2	1038.4		155.5	270.6	586.0	
320	IC Granodiorita	129.8	259.6	519.2		83.0	174.9	287.0	
321	IC Granodiorita	50.1	100.2	200.3		23.5	45.8	104.6	
322	IC Granodiorita			280.5				160.6	
323	IC Granodiorita		99.9	199.7			81.9	128.2	
324	IC Granodiorita	199.7	399.4	798.8		102.0	212.7	422.3	
325	IC Granodiorita	199.7	399.4	798.8		138.3	255.6	472.4	
326	IC Granodiorita	84.0	149.0	279.0		46.1	85.7	164.5	
327	IC Granodiorita			279.6				162.6	
328	IC Granodiorita	109.8	219.7	449.3		58.7	125.6	216.4	
329	IC Granodiorita		320.5	651.1			183.6	321.5	
330	IC Granodiorita		778.8	1168.2			451.8	630.5	
331	IC Granodiorita	49.9		199.9		41.1		127.4	
332	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.7		35.1	79.6	132.3	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
333	IC Granodiorita	75.1	150.3	300.5		44.7	79.6	151.9	
334	IC Granodiorita	121.0	241.0	483.0		55.0	125.0	195.0	
335	IC Granodiorita	199.0	397.0	795.0		100.0	135.0	360.0	
336	IC Granodiorita	109.0	219.0	438.0		70.0	110.0	210.0	
337	IC Granodiorita	54.0	108.0	217.0		80.0	128.0	192.0	
338	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		47.6	63.1	108.5	
339	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		71.3	123.0	209.4	
340	IC Granodiorita	119.0	219.0	418.0		101.9	165.9	233.0	
341	IC Granodiorita	99.0	169.0	338.0		82.7	106.6	206.1	
342	IC Granodiorita	84.0	169.0	338.0		70.6	121.4	233.5	
343	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		29.0	62.9	104.7	
344	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0	318.0	41.7	67.3	134.1	223.2
345	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.0	97.5	179.4	
346	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		43.3	51.6	134.2	
347	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	70.0	101.4	
348	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		23.3	51.2	131.5	
349	IC Granodiorita		119.0	239.0			100.6	189.8	
350	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		55.0	84.8	140.5	
351	IC Granodiorita			298.0				269.9	
352	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		44.4	82.2	148.7	
353	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.1	80.9	135.8	
354	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	116.5	190.8	
355	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		50.4	82.8	153.7	
356	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		63.6	129.9	184.0	
357	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	90.8	110.9	
358	IC Granodiorita	79.0	159.0	318.0		88.3	160.5	262.2	
359	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		35.9	71.2	109.4	
360	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		39.9	87.0	116.5	
361	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		43.7	69.9	163.0	
362	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		60.2	101.9	161.2	
363	IC Granodiorita	69.0	139.0	279.0		75.2	131.2	192.7	
364	IC Granodiorita	109.0	199.0	378.0		105.8	117.0	225.4	
365	IC Granodiorita	109.0	204.0	388.0		80.9	70.8	213.2	
366	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		54.5	77.9	155.9	
367	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		52.3	90.3	138.3	
368	IC Granodiorita		149.0	298.0			102.5	148.0	
369	IC Granodiorita	124.0	249.0	498.0		62.8	97.6	237.0	
370	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		30.6	59.4	130.2	
371	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		46.7	109.4	174.6	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
372	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		54.2	83.7	142.8	
373	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		22.8	80.6	143.8	
374	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		17.9	44.9	78.6	
375	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.1	87.1	139.2	
376	IC Granodiorita	49.0	79.0	139.0		28.9	40.7	74.2	
377	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		87.9	112.1	175.7	
378	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	86.6	173.5	
379	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		57.0	77.9	152.0	
380	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.2	85.1	187.0	
381	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		53.8	98.6	116.5	
382	IC Granulita	76.0	153.0	306.0		168.0	300.0	465.0	
383	IC Granulita	26.5	54.2	109.7		28.2	32.6	59.0	
384	IC Granulita	85.0	147.0	270.0		35.6	73.9	95.6	
385	IC Granulita	115.9	208.3	393.2		33.1	71.4	79.6	
386	IC Granulita	115.9	208.3	393.2		64.8	96.7	183.6	
387	IC Migmatita	149.8	299.5	599.1		77.0	192.5	325.5	
388	IC Migmatita	120.2	250.4	500.9		81.1	159.5	274.7	
389	IC Migmatita	94.0	169.0	318.0		51.6	70.1	148.1	
390	IC Migmatita		109.0	199.0			182.9	197.0	
391	IC Migmatita	69.0	139.0	279.0		60.4	76.7	206.0	
392	IC Migmatita	109.0	204.0	388.0		87.5	134.6	311.9	
393	IC Migmatita		149.0	298.0			151.0	196.3	
394	IC Migmatita	149.0	298.0	498.0		110.2	213.3	308.0	
395	IC Migmatita		199.0	398.0			177.7	266.5	
396	IC Migmatita	99.0	199.0	398.0		108.2	167.8	285.4	
397	IC Migmatita		99.0	199.0			95.0	157.3	
398	IC Migmatita	69.0	119.0	219.0		60.9	111.9	246.4	
399	IC Migmatita	108.8	198.7	378.3		84.3	108.3	227.8	
400	IC Migmatita	59.9	119.8	239.6		48.2	93.8	140.1	
401	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.1	37.9	115.4	
402	IC Migmatita		340.6	681.2			200.8	521.2	
403	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		58.1	109.9	166.5	
404	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.5	80.4	129.7	
405	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.5	73.0	137.1	
406	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		43.0	73.6	120.9	
407	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.6	54.7	75.4	
408	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		37.1	59.9	108.1	
409	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		40.9	81.8	155.5	
410	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		24.1	70.4	108.7	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
411	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.3	71.3	115.6	
412	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		29.2	35.5	106.4	
413	IC Migmatita	64.0	109.0	199.0		56.0	80.4	111.8	
414	IC Migmatita	64.0	109.0	199.0		60.1	101.8	116.9	
415	IC Migmatita	60.0	97.0	171.0		39.4	53.4	92.3	
416	IC Migmatita	74.0	134.0	249.0		61.5	114.6	149.6	
417	IC Migmatita	99.0	179.0	368.0		101.5	103.0	253.1	
418	IC Migmatita	89.0	179.0	358.0		66.8	157.7	246.2	
419	IC Migmatita	69.0	139.0	279.0		59.2	79.1	157.1	
420	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		64.5	127.9	161.2	
421	IC Migmatita		149.0	298.0			102.9	246.8	
422	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		67.3	130.4	194.6	
423	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		58.9	144.5	297.2	
424	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		71.7	117.1	221.9	
425	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		38.4	76.2	143.9	
426	IC Migmatita			298.0				258.8	
427	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.9	65.3	144.3	
428	IC Migmatita		199.0	398.0			176.7	305.3	
429	IC Migmatita		149.0	298.0			130.1	222.5	
430	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		35.6	86.9	118.2	
431	IC Migmatita	79.9	159.8	319.5		28.8	86.3	123.3	
432	IC Migmatita		340.6	681.2			200.8	521.2	
433	IC Migmatita								
434	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.6	86.8	189.1	
435	IC Migmatita		79.0	159.0			54.1	90.1	
436	IC Migmatita	73.9	148.7	298.5		49.0	102.6	107.4	
437	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		46.9	84.5	104.2	
438	QF IB (OCC)	22.0	44.0	88.0		34.0	34.0	55.0	
439	QF IB (OCC)	39.8	79.7	161.8		63.0	99.1	164.7	
440	QF IB (OCC)	75.0	150.0	300.0		104.4	144.5	222.7	
441	QF IB (OCC)	61.0	123.0	246.0		50.0	95.0	137.0	
442	QF IB (OCC)	50.0	100.0	200.0		63.5	78.8	112.4	
443	QF IB (OCC)	37.5	75.0	150.0		32.1	35.1	84.1	
444	QF IC (OCC)		139.8	279.6			127.8	312.8	
445	QF IC (OCC)	49.0	98.1	196.1		19.6	49.0	78.5	
446	QF IC (OCC)	62.2	124.5	239.0		83.1	138.6	158.4	
447	QF IC (OCC)	120.0	241.0	481.0		110.0	150.0	250.0	
448	QF IC (OCC)	162.0	324.0	648.0		100.0	180.0	320.0	
449	QF IC (OCC)	0.0	125.0	250.0		22.8	69.5	159.8	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
450	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		32.4	48.6	74.6	
451	QF IC (OCC)	35.0	70.0	140.0		28.6	50.9	80.3	
452	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		36.6	58.4	102.5	
453	QF IC (OCC)	60.0	125.0	250.0		61.4	90.8	172.2	
454	QF IC (OCC)	110.0	220.0	440.0		82.9	131.5	244.9	
455	QF IC (OCC)	30.0	60.0	120.0		49.4	47.8	98.0	
456	QF IC (OCC)	60.0	120.0	240.0		35.1	62.8	122.8	
457	QF IC (OCC)	3.5	7.0	14.0		17.0	25.0	35.0	
458	QF IC (OCC)	3.0	6.0	12.0		20.0	20.5	22.0	
459	QF IC (OCC)	79.0	134.0	249.0		66.8	105.5	189.3	
460	QF IC (OCC)	119.0	219.0	338.0		95.3	134.8	237.8	
461	QF IC (OCC)	84.0	144.0	269.0		54.1	100.9	148.2	
462	QF IC (OCC)		100.0	200.0			109.0	142.0	
463	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		56.9	81.8	120.8	
464	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		56.2	91.9	132.0	
465	QF IC (OCC)	79.0	159.0	318.0		65.0	80.2	169.7	
466	QF IC (OCC)	69.0	118.8	218.6		42.4	40.8	63.6	
467	QF IC (OCC)	49.0	79.0	139.0		55.7	81.3	105.6	
468	QF IC (OCC)			159.0				168.8	
469	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		55.4	107.1	239.7	
470	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0	318.0	22.5	43.8	93.2	168.4
471	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		41.7	91.6	147.8	
472	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		73.4	89.5	113.3	
473	QF IC (OCC)	80.0	140.0	200.0		84.5	105.8	179.2	
474	QF IC (OCC)	100.0	125.0	150.0		90.5	98.9	101.2	
475	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		20.4	25.6	66.3	
476	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		12.1	38.3	51.1	
477	QF IC (OCC)	50.0	75.0	100.0	100.0	55.9	79.3	154.2	93.2
478	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		51.0	69.3	126.0	
479	QF IC (OCC)	70.0	140.0	280.0		31.7	77.7	124.8	
480	QF IC (OCC)	80.0	160.0	320.0		70.7	103.1	201.4	
481	QF IC (OCC)	109.0	218.0	436.0		75.0	110.0	210.0	
482	QF IC (OCC)	41.0	82.0	164.0		40.0	100.0	120.0	
483	QF IC (OCC)	26.0	52.0	104.0		20.0	45.0	53.0	
484	QF IC (OCC)	38.0	76.0	152.0		38.0	72.0	80.0	
485	QF IC (OCC)		99.9	199.7			65.8	83.0	
486	QF IC (OCC)		59.9	119.8			26.2	51.2	
487	QF IC (OCC)		99.9	199.7			65.8	83.0	
488	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		60.2	104.5	153.3	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
489	QF IC (OCC)	94.0	169.0	318.0		61.8	103.8	209.5	
490	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		54.8	72.9	218.1	
491	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		86.6	107.5	235.0	
492	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		86.1	182.2	263.5	
493	QF IC (OCC)	39.0		159.0		38.5		157.6	
494	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		32.3	72.5	102.0	
495	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		94.4	132.8	271.8	
496	QF IC (OCC)	140.0	280.0	560.0		130.5	179.7	379.9	
497	QF IC (OCC)	170.0	340.0	680.0		93.8	209.6	309.9	
498	QF IC (OCC)	88.0	175.0	351.0		30.0	52.0	68.0	
499	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		46.3	64.8	121.3	
500	QF IC (OCC)	69.0	119.0	219.0		50.9	85.0	153.2	
501	QF IC (OCC)	109.0	199.0	378.0		80.6	169.5	230.9	
502	QF IC (OCC)	54.0	89.0	159.0		57.8	65.6	162.5	
503	QF IC (OCC)	94.0	169.0	319.0		84.5	141.8	198.4	
504	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		60.0	105.0	180.0	
505	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		62.0	112.0	190.0	
506	QF IC (OCC)	70.0	100.0	140.0		70.0	89.0	89.0	
507	QF IC (OCC)	140.0	170.0	200.0		105.0	123.6	135.9	
508	QF IC (OCC)	75.0	100.0	135.0		68.6	83.3	91.9	
509	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		55.0	78.4	139.4	
510	QF IC (Oriental)		100.0	200.0			112.1	165.2	
511	QF IC (Oriental)	62.5	125.0	250.0		79.6	183.4	186.7	
512	QF IC (Oriental)	25.0	50.0	75.0		17.9	30.3	37.3	
513	QF IC (Oriental)	70.0	120.0	170.0		93.1	118.0	135.5	
514	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	250.0		115.5	150.0	220.7	
515	QF IC (Oriental)	35.0	70.0	150.0		39.7	46.9	95.4	
516	QF IC (Oriental)	35.0	75.0	150.0		63.2	80.9	116.2	
517	QF IC (Oriental)	40.0	100.0	200.0		85.4	124.2	183.1	
518	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		58.5	84.7	114.4	
519	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	300.0	500.0	46.0	98.3	184.1	371.9
520	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	200.0		47.3	84.0	117.4	
521	QF IC (Oriental)	38.9	78.9	158.7		34.7	63.5	120.7	
522	QF IC (Oriental)	49.9	99.9	199.7		28.4	60.5	98.7	
523	QF IC (Oriental)	99.6	199.1	398.3		45.1	92.0	216.4	
524	QF IC (Oriental)			160.0				150.7	
525	QF IC (Oriental)		149.0	298.0			156.5	240.5	
526	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		72.1	165.7	366.9	
527	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		114.5	167.0	282.7	



DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
528	QF IC (Oriental)	59.0		239.0		65.0		185.5	
529	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		75.8	133.1	243.9	
530	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	300.0		57.6	133.8	200.8	
531	QF IC (Oriental)	100.0	200.0	300.0	450.0	95.2	153.4	225.6	252.2
532	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		29.6	47.2	67.7	
533	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		83.4	87.2	94.2	
534	QF IC (Oriental)	64.0	109.0	199.0		66.9	96.0	163.8	
535	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		35.8	58.4	97.6	
536	QF IC (Oriental)			275.0	350.0			166.7	209.9
537	QF IC (Oriental)	150.0		250.0	300.0	75.2		170.0	178.0
538	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	200.0	250.0	72.3	93.6	122.2	158.7
539	QF IC (Oriental)	17.0	34.0	68.0		28.0	30.0	51.5	
540	QF IC (Oriental)	74.0	119.0	239.0		48.7	71.8	107.1	
541	QF IC (Oriental)	60.0	97.0	171.0		40.4	46.0	84.1	
542	QF IC (Oriental)	59.0	94.0	169.0		50.5	58.6	116.6	
543	QF IC (Oriental)	116.0	208.0	393.0		41.9	90.0	119.5	
544	QF IC (Oriental)	134.0	251.0	479.0		94.3	136.2	232.9	
545	QF IC (Oriental)	49.0	79.0	139.0		37.6	44.2	46.7	
546	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		41.8	38.3	87.9	
547	QF IC (Oriental)	59.0	99.0	179.0		25.3	42.2	106.2	
548	QF IC (Oriental)	29.0	59.0	119.0		12.6	38.4	48.5	
549	QF IC (Oriental)	74.0	149.0			63.3	106.7		
550	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		58.9	51.9	78.2	
551	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		74.2	59.7	110.1	
552	QF IC (Oriental)	109.0	204.0	388.0		63.7	88.9	176.2	
553	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		39.9	64.5	140.4	
554	QF IC (Oriental)	128.0	239.0	455.0		58.5	92.4	163.9	
555	QF IC (Oriental)	134.0	251.0			71.3	142.2		
556	QF IC (Oriental)			120.0				127.3	
557	QF IC (Oriental)	100.0	200.0	400.0		101.3	135.9	212.7	
558	QF IC (Oriental)	46.0	100.0	150.0		51.0	112.0	79.0	
559	QF IC (Oriental)	40.0	75.0	150.0		72.3	81.0	99.1	
560	QF IC (Oriental)	55.0	130.0	140.0		52.4	101.0	82.1	
561	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		39.9	71.9	118.8	
562	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		80.6	126.9	198.4	
563	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		48.7	66.0	124.2	
564	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		40.3	72.5	153.5	
565	QF IC (Oriental)	97.0	196.0	393.0		56.1	78.0	163.0	
566	QF IC (Oriental)	89.0	179.0	358.0		64.3	94.7	225.1	

DATO*	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
567	QF IC (Oriental)	104.0	194.0	368.0		39.4	94.5	138.3	
568	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		77.2	145.5	256.6	
569	QF IC (Oriental)	110.0	221.0	442.0		73.3	104.1	207.2	
570	QF IC (Oriental)	110.0	221.0	455.0		87.6	93.3	195.2	
571	QF IC (Oriental)	60.0	122.0	245.0		33.6	52.2	133.5	
572	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		53.9	91.9	181.8	
573	QF IC (Oriental)	32.0	64.0	128.0		30.0	62.0	85.0	
574	QF IC (Oriental)	43.0	86.0	173.0		52.0	67.0	90.0	
575	QF IC (Oriental)	131.0	262.0	524.0		70.0	140.0	200.0	
576	QF IC (Oriental)	56.0	112.0	224.0		29.0	50.0	93.0	
577	QF IC (Oriental)	74.0	148.0	296.0		43.0	75.0	129.0	
578	QF IC (Oriental)	23.0	46.0	92.0		30.0	38.0	48.0	
579	QF IC (Oriental)	114.5	229.0	460.5		74.5	149.8	288.8	
580	QF IC (Oriental)	129.4	261.4			95.0	220.0		
581	QF IC (Oriental)			438.1				250.4	
582	QF IC (Oriental)	161.8	323.6	477.9		100.3	168.1	215.4	
583	QF IC (Oriental)	248.9	398.3	547.6		134.5	194.5	244.1	
584	QF IC (Oriental)	199.1	398.3	597.4		126.0	252.7	378.3	
585	QF IC (Oriental)	248.9	497.9	746.8		121.5	181.5	377.9	
586	QF IC (Oriental)	298.7	448.1	597.4		155.4	215.4	362.3	
587	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		40.3	47.5	92.7	
588	QF IC (Oriental)	104.0	194.0	368.0		88.5	124.0	372.1	
589	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		72.8	96.7	124.7	
590	QF IC (Oriental)			139.0				114.5	
591	QF IC (Oriental)	89.0	159.0	298.0		68.6	119.1	152.9	
592	QF IC (Oriental)	74.0	134.0	249.0		36.2	99.1	160.1	
593	QF IC (Oriental)		150.0	200.0			97.2	130.7	
594	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		48.9	80.3	203.9	
595	QF IC (Oriental)	94.0	169.0	318.0		72.7	97.9	179.1	
596	QF IC (Oriental)	44.0	99.0	199.0		44.5	75.7	176.8	
597	QF IC (Oriental)			129.8				81.5	
598	QF IC (Oriental)		79.0	159.0			61.3	129.8	
599	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		71.3	132.3	149.0	
600	QF IC (Oriental)		50.0	100.0			39.6	68.0	
601	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		26.5	40.6	77.3	
602	QF IC (Oriental)	59.0	119.0	239.0		30.8	47.2	119.7	
603	QF IC (Oriental)	38.0	79.0	159.0		46.1	72.2	139.4	

## C. APÉNDICE C. CORRELACIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN VS GOLPES CORREGIDOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

El suelo residual de gabro y el saprolito de granulita, solo tuvieron un punto, por tanto, no se presenta la gráfica ni el análisis, tampoco para el saprolito de esquisto, ya que tiene solo 2 puntos.

**Tabla 8-7. Corrección de golpes del ensayo SPT,  $N_{45}$ .**

DATO**	Material	$Z_0$	$Z_F$	$N_{SPT\ 1/2}$	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_3$	$\eta_4$	R	$C_N$	$N_{45}$
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
1	IB Anfíbolita	5.10	5.55	3	1.00	0.85	1.00	1.00	0.88	1.08	3
2	IB Anfíbolita	6.00	6.45	46	1.00	0.95	1.00	1.00	1.05	0.98	43
3	IB Anfíbolita	5.00	5.45	45	1.00	0.85	1.00	1.00	0.87	1.09	42
4	IB Dunita	4.95	5.40	11	1.00	0.85	1.00	1.00	0.80	1.14	11
5	IB Dunita	0.90	1.35	6	1.00	0.75	1.00	1.00	0.18	2.00	8
6	IB Dunita	4.15	4.60	23	1.00	0.85	1.00	1.00	0.76	1.17	22
7	IB Dunita	5.50	5.95	16	1.00	0.85	1.00	1.00	0.95	1.03	14
8	IB Dunita	4.00	4.45	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.72	1.20	9
9	IB Dunita	8.30	8.75	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.35	0.88	11
10	IB Gabro	4.35	4.80	4	1.00	0.85	1.00	1.00	0.79	1.15	4
11	IB Gneis	4.05	4.50	33	1.00	0.85	1.00	1.00	0.54	1.38	38
12	IB Gneis	6.00	6.45	11	1.00	0.95	1.00	1.00	1.16	0.94	9
13	IB Gneis	3.60	4.05	12	1.00	0.85	1.00	1.00	0.56	1.36	14
14	IB Gneis	3.15	3.60	18	1.00	0.75	1.00	1.00	0.39	1.57	21
15	IB Gneis	3.00	3.45	7	1.00	0.75	1.00	1.00	0.50	1.43	8
16	IB Gneis	9.00	9.45	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.58	0.82	10
17	IB Gneis	5.90	6.35	7	1.00	0.95	1.00	1.00	1.16	0.94	6
18	IB Granodiorita	4.00	4.45	5	1.00	0.85	1.00	1.00	0.71	1.21	5
19	IB Granodiorita	3.70	4.15	10	1.00	0.85	1.00	1.00	0.63	1.29	11
20	IB Granodiorita	5.00	5.45	27	1.00	0.85	1.00	1.00	0.93	1.04	24
21	IB Granodiorita	9.35	9.80	29	1.00	0.95	1.00	1.00	1.74	0.78	21
22	IB Granodiorita	5.45	5.90	24	1.00	0.85	1.00	1.00	1.05	0.98	20
23	IB Granodiorita	7.00	7.45	8	1.00	0.95	1.00	1.00	1.28	0.90	7
24	IC Anfíbolita	2.45	2.90	6	1.00	0.75	1.00	1.00	0.44	1.51	7
25	IC Anfíbolita	3.45	3.90	5	1.00	0.75	1.00	1.00	0.64	1.28	5
26	IC Anfíbolita	6.00	6.45	6	1.00	0.95	1.00	1.00	0.97	1.02	5
27	IC Anfíbolita	3.45	3.90	6	1.00	0.75	1.00	1.00	0.60	1.32	6
28	IC Anfíbolita	5.45	5.90	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.98	1.01	8
29	IC Anfíbolita	6.00	6.45	46	1.00	0.95	1.00	1.00	1.01	1.00	43
30	IC Anfíbolita	7.00	7.45	10	1.00	0.95	1.00	1.00	1.29	0.90	9
31	IC Anfíbolita	6.00	6.45	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.05	0.98	12
32	IC Anfíbolita	5.45	5.90	15	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	13
33	IC Anfíbolita	4.00	4.45	20	1.00	0.85	1.00	1.00	0.72	1.20	20
34	IC Anfíbolita	6.00	6.45	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.02	0.99	15
35	IC Anfíbolita	7.00	7.45	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.30	0.90	13
36	IC Anfíbolita	7.65	8.10	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.30	0.90	10

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
37	IC Anfíbolita	6.45	6.90	5	1.00	0.95	1.00	1.00	1.03	0.99	5
38	IC Anfíbolita	7.00	7.45	50	1.00	0.95	1.00	1.00	1.47	0.85	40
39	IC Anfíbolita	8.45	8.90	20	1.00	0.95	1.00	1.00	1.55	0.82	15
40	IC Anfíbolita	9.45	9.90	20	1.00	0.95	1.00	1.00	1.82	0.76	14
41	IC Anfíbolita	4.00	4.45	49	1.00	0.85	1.00	1.00	0.86	1.09	45
42	IC Anfíbolita	8.00	8.45	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.52	0.83	11
43	IC Anfíbolita	7.00	7.45	49	1.00	0.95	1.00	1.00	1.32	0.89	41
44	IC Anfíbolita	9.00	9.45	31	1.00	0.95	1.00	1.00	1.83	0.76	22
45	IC Anfíbolita	11.45	11.90	21	1.00	1.00	1.00	1.00	2.12	0.70	15
46	IC Anfíbolita	12.00	12.45	31	1.00	1.00	1.00	1.00	2.08	0.71	22
47	IC Anfíbolita	13.45	13.90	38	1.00	1.00	0.80	1.00	2.28	0.67	20
48	IC Anfíbolita	12.00	12.45	42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.92	0.74	31
49	IC Anfíbolita	14.95	15.40	35	1.00	1.00	0.80	1.00	2.73	0.60	17
50	IC Anfíbolita	11.00	11.45	19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.95	0.73	14
51	IC Anfíbolita	13.00	13.45	23	1.00	1.00	0.80	1.00	2.24	0.68	12
52	IC Anfíbolita	14.00	14.45	60	1.00	1.00	0.80	1.00	2.52	0.63	30
53	IC Anfíbolita	11.00	11.45	33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.95	0.73	24
54	IC Anfíbolita	18.40	18.85	42	1.00	1.00	0.80	1.00	3.14	0.54	18
55	IC Anfíbolita	29.30	29.75	103	1.00	1.00	0.80	1.00	5.57	0.31	26
56	IC Anfíbolita	11.90	12.35	12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.88	0.75	9
57	IC Anfíbolita	9.00	9.45	23	1.00	0.95	1.00	1.00	1.81	0.76	17
58	IC Anfíbolita	13.00	13.45	15	1.00	1.00	0.80	1.00	2.38	0.65	8
59	IC Anfíbolita	12.43	12.88	37	1.00	1.00	0.80	1.00	2.40	0.65	19
60	IC Anfíbolita	12.00	12.45	20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.44	0.64	13
61	IC Anfíbolita	12.45	12.90	42	1.00	1.00	0.80	1.00	2.30	0.67	22
62	IC Anfíbolita	24.45	24.90	53	1.00	1.00	0.80	1.00	4.51	0.40	17
63	IC Anfíbolita	19.55	20.00	36	1.00	1.00	0.80	1.00	2.97	0.57	16
64	IC Anfíbolita	12.00	12.45	33	1.00	1.00	1.00	1.00	2.46	0.64	21
65	IC Anfíbolita	15.60	16.05	19	1.00	1.00	0.80	1.00	2.79	0.59	9
66	IC Anfíbolita	20.65	21.10	100	1.00	1.00	0.80	1.00	3.81	0.47	37
67	IC Anfíbolita	22.50	22.95	100	1.00	1.00	0.80	1.00	4.35	0.41	33
68	IC Diorita	3.05	3.50	17	1.00	0.75	1.00	1.00	0.52	1.40	17
69	IC Diorita	2.00	2.45	15	1.00	0.75	1.00	1.00	0.39	1.57	17
70	IC Diorita	2.10	2.55	5	1.00	0.75	1.00	1.00	0.41	1.55	5
71	IC Diorita	3.00	3.45	4	1.00	0.75	1.00	1.00	0.56	1.36	4
72	IC Diorita	7.25	7.70	11	1.00	0.95	1.00	1.00	1.33	0.89	9
73	IC Diorita	4.50	4.95	28	1.00	0.85	1.00	1.00	0.82	1.12	26
74	IC Diorita	4.10	4.55	21	1.00	0.85	1.00	1.00	0.73	1.19	21
75	IC Diorita	3.60	4.05	12	1.00	0.85	1.00	1.00	0.70	1.21	12
76	IC Diorita	6.40	6.85	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.09	0.97	12
77	IC Diorita	7.00	7.45	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.31	0.89	11
78	IC Diorita	7.95	8.40	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.45	0.85	12
79	IC Diorita	5.00	5.45	34	1.00	0.85	1.00	1.00	0.94	1.04	30
80	IC Diorita	7.00	7.45	86	1.00	0.95	1.00	1.00	1.32	0.89	73
81	IC Diorita	10.00	10.45	22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.85	0.75	17
82	IC Diorita	11.45	11.90	33	1.00	1.00	1.00	1.00	2.09	0.70	23
83	IC Diorita	8.50	8.95	51	1.00	0.95	1.00	1.00	1.47	0.85	41
84	IC Dunita	3.00	3.45	7	1.00	0.75	1.00	1.00	0.46	1.47	8
85	IC Dunita	3.00	3.45	6	1.00	0.75	1.00	1.00	0.49	1.44	6
86	IC Dunita	2.00	2.45	5	1.00	0.75	1.00	1.00	0.27	1.80	7

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
87	IC Dunita	5.95	6.40	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.01	1.00	11
88	IC Dunita	3.50	3.95	10	1.00	0.75	1.00	1.00	0.56	1.36	10
89	IC Dunita	3.00	3.45	16	1.00	0.75	1.00	1.00	0.55	1.37	16
90	IC Dunita	2.00	2.45	6	1.00	0.75	1.00	1.00	0.35	1.65	7
91	IC Dunita	2.25	2.70	11	1.00	0.75	1.00	1.00	0.40	1.56	12
92	IC Dunita	2.10	2.55	4	1.00	0.75	1.00	1.00	0.41	1.55	5
93	IC Dunita	6.75	7.20	45	1.00	0.95	1.00	1.00	1.16	0.94	40
94	IC Dunita	3.60	4.05	25	1.00	0.85	1.00	1.00	0.69	1.23	26
95	IC Dunita	9.95	10.40	23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.71	0.79	18
96	IC Dunita	6.00	6.45	26	1.00	0.95	1.00	1.00	1.07	0.97	24
97	IC Dunita	4.50	4.95	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.73	1.19	14
98	IC Dunita	8.30	8.75	39	1.00	0.95	1.00	1.00	1.42	0.86	32
99	IC Dunita	11.50	11.95	21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.96	0.73	15
100	IC Dunita	5.50	5.95	9	1.00	0.85	1.00	1.00	1.15	0.94	7
101	IC Dunita	6.50	6.95	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.03	0.99	12
102	IC Dunita	5.00	5.45	24	1.00	0.85	1.00	1.00	0.81	1.13	23
103	IC Dunita	15.95	16.40	32	1.00	1.00	0.80	1.00	2.84	0.58	15
104	IC Dunita	1.80	2.25	7	1.00	0.75	1.00	1.00	0.33	1.68	9
105	IC Dunita	13.95	14.40	14	1.00	1.00	0.80	1.00	2.46	0.64	7
106	IC Dunita	10.30	10.75	37	1.00	1.00	1.00	1.00	2.04	0.72	26
107	IC Dunita	7.60	8.05	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.24	0.92	12
108	IC Dunita	16.50	16.95	28	1.00	1.00	0.80	1.00	3.07	0.55	12
109	IC Dunita	23.60	24.05	18	1.00	1.00	0.80	1.00	3.81	0.47	7
110	IC Dunita	12.15	12.60	60	1.00	1.00	0.80	1.00	2.31	0.67	32
111	IC Dunita	19.25	19.70	60	1.00	1.00	0.80	1.00	3.21	0.53	25
112	IC Dunita	21.95	22.40	32	1.00	1.00	0.80	1.00	3.96	0.45	12
113	IC Esquisto	1.00	1.45	13	1.00	0.75	1.00	1.00	0.24	1.87	18
114	IC Esquisto	6.00	6.45	34	1.00	0.95	1.00	1.00	1.08	0.97	31
115	IC Gabro	1.00	1.45	86	1.00	0.75	1.00	1.00	0.24	1.88	90
116	IC Gabro	2.45	2.90	39	1.00	0.75	1.00	1.00	0.50	1.43	42
117	IC Gabro	2.45	2.90	66	1.00	0.75	1.00	1.00	0.51	1.41	69
118	IC Gabro	7.20	7.65	38	1.00	0.95	1.00	1.00	1.37	0.87	32
119	IC Gabro	4.05	4.50	5	1.00	0.85	1.00	1.00	0.79	1.15	4
120	IC Gabro	9.10	9.55	22	1.00	0.95	1.00	1.00	1.75	0.78	16
121	IC Gabro	6.20	6.65	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.13	0.95	13
122	IC Gabro	9.30	9.75	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.65	0.80	14
123	IC Gabro	7.30	7.75	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.36	0.88	12
124	IC Gabro	4.95	5.40	9	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	7
125	IC Gabro	6.95	7.40	27	1.00	0.95	1.00	1.00	1.36	0.88	23
126	IC Gabro	13.35	13.80	19	1.00	1.00	0.80	1.00	1.35	0.88	13
127	IC Gabro	7.30	7.75	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.43	0.86	15
128	IC Gabro	8.80	9.25	58	1.00	0.95	1.00	1.00	1.64	0.80	44
129	IC Gabro	7.20	7.65	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.21	0.92	15
130	IC Gabro	12.75	13.20	45	1.00	1.00	0.80	1.00	2.18	0.69	25
131	IC Gabro	9.50	9.95	27	1.00	0.95	1.00	1.00	1.70	0.79	20
132	IC Gabro	4.50	4.95	18	1.00	0.85	1.00	1.00	0.81	1.13	17
133	IC Gabro	15.20	15.65	48	1.00	1.00	0.80	1.00	2.60	0.62	24
134	IC Gabro	20.00	20.45	100	1.00	1.00	0.80	1.00	3.87	0.46	37
135	IC Gabro	16.35	16.80	64	1.00	1.00	0.80	1.00	2.90	0.58	29
136	IC Gabro	26.95	27.40	100	1.00	1.00	0.80	1.00	3.92	0.45	36

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
137	IC Gabro	11.95	12.40	30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.31	0.67	20
138	IC Gabro	12.70	13.15	16	1.00	1.00	0.80	1.00	2.64	0.61	8
139	IC Gabro	11.70	12.15	100	1.00	1.00	1.00	1.00	2.25	0.68	68
140	IC Gabro	16.00	16.45	82	1.00	1.00	0.80	1.00	3.27	0.53	34
141	IC Gabro	26.60	27.05	99	1.00	1.00	0.80	1.00	5.08	0.35	28
142	IC Gneis	4.50	4.95	6	1.00	0.85	1.00	1.00	0.90	1.06	5
143	IC Gneis	5.85	6.30	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.02	0.99	14
144	IC Gneis	3.15	3.60	19	1.00	0.75	1.00	1.00	0.49	1.44	20
145	IC Gneis	2.70	3.15	10	1.00	0.75	1.00	1.00	0.50	1.42	11
146	IC Gneis	4.95	5.40	20	1.00	0.85	1.00	1.00	0.84	1.11	18
147	IC Gneis	8.90	9.35	8	1.00	0.95	1.00	1.00	1.49	0.84	6
148	IC Gneis	4.50	4.95	17	1.00	0.85	1.00	1.00	0.82	1.12	16
149	IC Gneis	1.35	1.80	32	1.00	0.75	1.00	1.00	0.29	1.76	41
150	IC Gneis	3.60	4.05	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.62	1.29	15
151	IC Gneis	1.50	1.95	11	1.00	0.75	1.00	1.00	0.29	1.75	14
152	IC Gneis	1.80	2.25	31	1.00	0.75	1.00	1.00	0.41	1.55	36
153	IC Gneis	4.50	4.95	55	1.00	0.85	1.00	1.00	0.92	1.05	49
154	IC Gneis	6.85	7.30	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.10	0.96	17
155	IC Gneis	7.20	7.65	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.22	0.92	14
156	IC Gneis	5.45	5.90	16	1.00	0.85	1.00	1.00	0.94	1.04	14
157	IC Gneis	6.00	6.45	34	1.00	0.95	1.00	1.00	1.08	0.97	31
158	IC Gneis	7.30	7.75	24	1.00	0.95	1.00	1.00	1.17	0.94	21
159	IC Gneis	6.30	6.75	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.11	0.96	19
160	IC Gneis	4.05	4.50	19	1.00	0.85	1.00	1.00	0.79	1.15	19
161	IC Gneis	7.30	7.75	17	1.00	0.95	1.00	1.00	1.38	0.87	14
162	IC Gneis	4.95	5.40	13	1.00	0.85	1.00	1.00	0.85	1.10	12
163	IC Gneis	5.00	5.45	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.96	1.02	12
164	IC Gneis	7.50	7.95	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.37	0.88	15
165	IC Gneis	4.60	5.05	21	1.00	0.85	1.00	1.00	0.79	1.14	20
166	IC Gneis	7.60	8.05	17	1.00	0.95	1.00	1.00	1.36	0.88	14
167	IC Gneis	6.30	6.75	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.10	0.96	14
168	IC Gneis	12.00	12.45	19	1.00	1.00	1.00	1.00	2.28	0.67	13
169	IC Gneis	9.00	9.45	28	1.00	0.95	1.00	1.00	1.56	0.82	21
170	IC Gneis	6.45	6.90	7	1.00	0.95	1.00	1.00	1.23	0.92	6
171	IC Gneis	9.15	9.60	31	1.00	0.95	1.00	1.00	1.55	0.83	24
172	IC Gneis	11.45	11.90	23	1.00	1.00	1.00	1.00	2.03	0.72	16
173	IC Gneis	12.25	12.70	19	1.00	1.00	0.80	1.00	2.26	0.67	10
174	IC Gneis	11.50	11.95	25	1.00	1.00	1.00	1.00	2.13	0.70	17
175	IC Gneis	7.30	7.75	42	1.00	0.95	1.00	1.00	1.33	0.89	35
176	IC Gneis	13.50	13.95	31	1.00	1.00	0.80	1.00	2.32	0.66	16
177	IC Gneis	10.45	10.90	11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.71	0.79	8
178	IC Gneis	7.00	7.45	33	1.00	0.95	1.00	1.00	1.40	0.87	27
179	IC Gneis	9.25	9.70	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.55	0.82	16
180	IC Gneis	12.00	12.45	12	1.00	1.00	1.00	1.00	2.13	0.70	8
181	IC Gneis	14.15	14.60	32	1.00	1.00	0.80	1.00	2.60	0.62	16
182	IC Gneis	10.50	10.95	37	1.00	1.00	1.00	1.00	2.07	0.71	26
183	IC Gneis	13.00	13.45	20	1.00	1.00	0.80	1.00	2.30	0.67	11
184	IC Gneis	7.80	8.25	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.59	0.81	16
185	IC Gneis	10.00	10.45	39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.88	0.75	29
186	IC Gneis	14.00	14.45	14	1.00	1.00	0.80	1.00	2.25	0.68	8

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
187	IC Gneis	15.15	15.60	22	1.00	1.00	0.80	1.00	2.83	0.58	10
188	IC Gneis	9.00	9.45	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.56	0.82	14
189	IC Gneis	21.00	21.45	39	1.00	1.00	0.80	1.00	3.36	0.52	16
190	IC Gneis	15.40	15.85	31	1.00	1.00	0.80	1.00	2.83	0.58	14
191	IC Gneis	21.00	21.45	20	1.00	1.00	0.80	1.00	3.62	0.49	8
192	IC Gneis	15.00	15.45	26	1.00	1.00	0.80	1.00	3.09	0.55	11
193	IC Gneis	26.50	26.95	22	1.00	1.00	0.80	1.00	5.07	0.35	6
194	IC Gneis	19.95	20.40	49	1.00	1.00	0.80	1.00	3.94	0.45	18
195	IC Granodiorita	2.45	2.90	10	1.00	0.75	1.00	1.00	0.47	1.46	10
196	IC Granodiorita	1.35	1.80	31	1.00	0.75	1.00	1.00	0.27	1.79	41
197	IC Granodiorita	5.45	5.90	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.98	1.01	12
198	IC Granodiorita	5.00	5.45	12	1.00	0.85	1.00	1.00	0.96	1.03	10
199	IC Granodiorita	2.00	2.45	13	1.00	0.75	1.00	1.00	0.36	1.62	15
200	IC Granodiorita	4.45	4.90	11	1.00	0.85	1.00	1.00	0.74	1.18	11
201	IC Granodiorita	5.00	5.45	19	1.00	0.85	1.00	1.00	0.88	1.08	17
202	IC Granodiorita	4.45	4.90	12	1.00	0.85	1.00	1.00	0.78	1.16	11
203	IC Granodiorita	4.50	4.95	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.90	1.07	8
204	IC Granodiorita	6.50	6.95	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.22	0.92	10
205	IC Granodiorita	4.00	4.45	13	1.00	0.85	1.00	1.00	0.67	1.25	14
206	IC Granodiorita	3.15	3.60	15	1.00	0.75	1.00	1.00	0.56	1.36	15
207	IC Granodiorita	4.60	5.05	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.77	1.16	8
208	IC Granodiorita	4.35	4.80	17	1.00	0.85	1.00	1.00	0.84	1.11	16
209	IC Granodiorita	5.00	5.45	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.97	1.02	12
210	IC Granodiorita	7.00	7.45	7	1.00	0.95	1.00	1.00	1.17	0.94	6
211	IC Granodiorita	3.00	3.45	19	1.00	0.75	1.00	1.00	0.55	1.37	20
212	IC Granodiorita	8.00	8.45	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.37	0.87	15
213	IC Granodiorita	7.30	7.75	10	1.00	0.95	1.00	1.00	1.34	0.88	8
214	IC Granodiorita	4.50	4.95	15	1.00	0.85	1.00	1.00	0.82	1.12	14
215	IC Granodiorita	7.45	7.90	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.36	0.88	10
216	IC Granodiorita	5.45	5.90	17	1.00	0.85	1.00	1.00	0.95	1.03	14
217	IC Granodiorita	7.90	8.35	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.42	0.86	13
218	IC Granodiorita	6.40	6.85	24	1.00	0.95	1.00	1.00	1.27	0.90	21
219	IC Granodiorita	6.45	6.90	11	1.00	0.95	1.00	1.00	1.25	0.91	9
220	IC Granodiorita	7.00	7.45	9	1.00	0.95	1.00	1.00	1.33	0.89	8
221	IC Granodiorita	6.40	6.85	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.17	0.94	13
222	IC Granodiorita	6.00	6.45	19	1.00	0.95	1.00	1.00	0.92	1.05	19
223	IC Granodiorita	6.00	6.45	28	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.95	25
224	IC Granodiorita	8.00	8.45	17	1.00	0.95	1.00	1.00	1.41	0.86	14
225	IC Granodiorita	12.00	12.45	34	1.00	1.00	1.00	1.00	2.22	0.68	23
226	IC Granodiorita	7.00	7.45	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.21	0.92	12
227	IC Granodiorita	6.00	6.45	25	1.00	0.95	1.00	1.00	1.02	0.99	23
228	IC Granodiorita	10.00	10.45	27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.87	0.75	20
229	IC Granodiorita	10.30	10.75	13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.88	0.75	9
230	IC Granodiorita	9.45	9.90	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.60	0.81	12
231	IC Granodiorita	11.00	11.45	22	1.00	1.00	1.00	1.00	2.04	0.72	15
232	IC Granodiorita	9.00	9.45	23	1.00	0.95	1.00	1.00	1.63	0.81	17
233	IC Granodiorita	9.10	9.55	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.60	0.81	12
234	IC Granodiorita	8.00	8.45	6	1.00	0.95	1.00	1.00	1.47	0.85	4
235	IC Granodiorita	13.95	14.40	22	1.00	1.00	0.80	1.00	2.34	0.66	12
236	IC Granodiorita	12.90	13.35	23	1.00	1.00	0.80	1.00	2.29	0.67	12

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
237	IC Granodiorita	10.45	10.90	13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.75	0.78	10
238	IC Granodiorita	6.90	7.35	14	1.00	0.95	1.00	1.00	1.18	0.93	12
239	IC Granodiorita	12.95	13.40	21	1.00	1.00	0.80	1.00	2.16	0.69	12
240	IC Granodiorita	9.00	9.45	42	1.00	0.95	1.00	1.00	1.76	0.77	31
241	IC Granodiorita	10.00	10.45	8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.81	0.76	6
242	IC Granodiorita	9.80	10.25	22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.72	0.78	17
243	IC Granodiorita	10.00	10.45	30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.80	0.77	23
244	IC Granodiorita	14.00	14.45	14	1.00	1.00	0.80	1.00	2.43	0.65	7
245	IC Granodiorita	11.25	11.70	21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.86	0.75	16
246	IC Granodiorita	9.80	10.25	24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.81	0.76	18
247	IC Granodiorita	12.00	12.45	42	1.00	1.00	1.00	1.00	2.25	0.68	28
248	IC Granodiorita	11.70	12.15	5	1.00	1.00	1.00	1.00	2.06	0.71	4
249	IC Granodiorita	10.00	10.45	60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.72	43
250	IC Granodiorita	7.65	8.10	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.38	0.87	10
251	IC Granodiorita	13.30	13.75	7	1.00	1.00	0.80	1.00	2.23	0.68	4
252	IC Granodiorita	9.80	10.25	45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.70	0.79	35
253	IC Granodiorita	10.00	10.45	32	1.00	1.00	1.00	1.00	2.04	0.72	23
254	IC Granodiorita	11.00	11.45	20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.06	0.71	14
255	IC Granodiorita	12.85	13.30	15	1.00	1.00	0.80	1.00	2.18	0.69	8
256	IC Granodiorita	13.45	13.90	57	1.00	1.00	0.80	1.00	2.31	0.67	30
257	IC Granodiorita	16.30	16.75	14	1.00	1.00	0.80	1.00	2.72	0.60	6
258	IC Granodiorita	14.50	14.95	43	1.00	1.00	0.80	1.00	2.86	0.58	20
259	IC Granodiorita	13.70	14.15	23	1.00	1.00	0.80	1.00	2.41	0.65	12
260	IC Granodiorita	12.45	12.90	44	1.00	1.00	0.80	1.00	2.30	0.67	23
261	IC Granodiorita	12.35	12.80	27	1.00	1.00	0.80	1.00	2.06	0.71	15
262	IC Granodiorita	21.45	21.90	64	1.00	1.00	0.80	1.00	3.73	0.47	24
263	IC Granodiorita	10.50	10.95	13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.83	0.76	9
264	IC Granodiorita	15.60	16.05	49	1.00	1.00	0.80	1.00	3.00	0.56	22
265	IC Granodiorita	20.30	20.75	16	1.00	1.00	0.80	1.00	3.69	0.48	6
266	IC Granodiorita	22.00	22.45	27	1.00	1.00	0.80	1.00	3.88	0.46	10
267	IC Granodiorita	15.30	15.75	15	1.00	1.00	0.80	1.00	2.79	0.59	7
268	IC Granodiorita	18.00	18.45	29	1.00	1.00	0.80	1.00	3.06	0.55	13
269	IC Granodiorita	11.00	11.45	30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.12	0.70	21
270	IC Granodiorita	20.45	20.90	28	1.00	1.00	0.80	1.00	3.65	0.48	11
271	IC Granodiorita	14.00	14.45	19	1.00	1.00	0.80	1.00	2.54	0.63	9
272	IC Granodiorita	16.00	16.45	52	1.00	1.00	0.80	1.00	2.74	0.60	25
273	IC Granodiorita	22.45	22.90	23	1.00	1.00	0.80	1.00	4.10	0.44	8
274	IC Granodiorita	17.30	17.75	28	1.00	1.00	0.80	1.00	3.01	0.56	13
275	IC Granodiorita	19.30	19.75	16	1.00	1.00	0.80	1.00	3.53	0.50	6
276	IC Granodiorita	27.30	27.75	24	1.00	1.00	0.80	1.00	4.94	0.36	7
277	IC Granodiorita	28.00	28.45	52	1.00	1.00	0.80	1.00	5.21	0.34	14
278	IC Granodiorita	25.30	25.75	16	1.00	1.00	0.80	1.00	4.53	0.40	5
279	IC Granodiorita	13.25	13.70	24	1.00	1.00	0.80	1.00	3.26	0.53	10
280	IC Granulita	7.50	7.95	33	1.00	0.95	1.00	1.00	1.58	0.82	25
281	IC Migmatita	3.30	3.75	18	1.00	0.75	1.00	1.00	0.65	1.27	17
282	IC Migmatita	4.00	4.45	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.71	1.21	14
283	IC Migmatita	5.45	5.90	16	1.00	0.85	1.00	1.00	0.82	1.12	15
284	IC Migmatita	6.90	7.35	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.27	0.91	11
285	IC Migmatita	7.00	7.45	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.18	0.93	16
286	IC Migmatita	8.50	8.95	57	1.00	0.95	1.00	1.00	1.52	0.83	45



DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
287	IC Migmatita	6.00	6.45	40	1.00	0.95	1.00	1.00	1.01	1.00	38
288	IC Migmatita	6.00	6.45	29	1.00	0.95	1.00	1.00	1.04	0.98	27
289	IC Migmatita	8.55	9.00	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.52	0.83	14
290	IC Migmatita	6.90	7.35	17	1.00	0.95	1.00	1.00	1.31	0.89	14
291	IC Migmatita	10.80	11.25	15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.87	0.75	11
292	IC Migmatita	6.50	6.95	19	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.95	17
293	IC Migmatita	10.45	10.90	15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.86	0.75	11
294	IC Migmatita	6.90	7.35	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.41	0.86	12
295	IC Migmatita	5.45	5.90	7	1.00	0.85	1.00	1.00	0.98	1.01	6
296	IC Migmatita	11.45	11.90	28	1.00	1.00	1.00	1.00	2.09	0.71	19
297	IC Migmatita	5.35	5.80	11	1.00	0.85	1.00	1.00	0.99	1.01	9
298	IC Migmatita	8.45	8.90	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.39	0.87	13
299	IC Migmatita	10.00	10.45	28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.64	0.80	22
300	IC Migmatita	9.00	9.45	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.78	0.77	15
301	IC Migmatita	8.50	8.95	49	1.00	0.95	1.00	1.00	1.59	0.81	38
302	IC Migmatita	9.80	10.25	17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.63	0.80	14
303	IC Migmatita	11.25	11.70	16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.82	0.76	12
304	IC Migmatita	15.60	16.05	16	1.00	1.00	0.80	1.00	2.72	0.60	8
305	IC Migmatita	10.45	10.90	59	1.00	1.00	1.00	1.00	2.02	0.72	42
306	IC Migmatita	9.80	10.25	27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.98	0.73	19
307	IC Migmatita	18.05	18.50	21	1.00	1.00	0.80	1.00	3.05	0.55	9
308	IC Migmatita	10.00	10.45	24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.89	0.75	18
309	IC Migmatita	5.00	5.45	57	1.00	0.85	1.00	1.00	0.86	1.09	53
310	IC Migmatita	19.50	19.95	53	1.00	1.00	0.80	1.00	3.50	0.50	21
311	IC Migmatita	12.70	13.15	95	1.00	1.00	0.80	1.00	2.61	0.62	47
312	IC Migmatita	17.00	17.45	35	1.00	1.00	0.80	1.00	3.06	0.55	15
313	IC Migmatita	16.00	16.45	31	1.00	1.00	0.80	1.00	3.03	0.56	14
314	IC Migmatita	23.00	23.45	30	1.00	1.00	0.80	1.00	3.99	0.45	11
315	IC Migmatita	25.00	25.45	32	1.00	1.00	0.80	1.00	4.80	0.37	9
316	IC Migmatita	16.45	16.90	33	1.00	1.00	0.80	1.00	2.67	0.61	16
317	QF IB (OCC)	2.25	2.70	32	1.00	0.75	1.00	1.00	0.38	1.59	38
318	QF IB (OCC)	4.00	4.45	15	1.00	0.85	1.00	1.00	0.74	1.18	15
319	QF IB (OCC)	2.25	2.70	21	1.00	0.75	1.00	1.00	0.43	1.52	24
320	QF IB (OCC)	2.00	2.45	23	1.00	0.75	1.00	1.00	0.40	1.56	27
321	QF IB (OCC)	6.45	6.90	13	1.00	0.95	1.00	1.00	1.21	0.92	11
322	QF IB (OCC)	4.05	4.50	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.71	1.21	14
323	QF IC (OCC)	3.00	3.45	23	1.00	0.75	1.00	1.00	0.53	1.39	24
324	QF IC (OCC)	1.35	1.80	27	1.00	0.75	1.00	1.00	0.25	1.85	37
325	QF IC (OCC)	1.50	1.95	21	1.00	0.75	1.00	1.00	0.30	1.73	27
326	QF IC (OCC)	3.00	3.45	7	1.00	0.75	1.00	1.00	0.53	1.38	7
327	QF IC (OCC)	2.00	2.45	11	1.00	0.75	1.00	1.00	0.37	1.61	13
328	QF IC (OCC)	1.95	2.40	17	1.00	0.75	1.00	1.00	0.36	1.63	21
329	QF IC (OCC)	2.25	2.70	31	1.00	0.75	1.00	1.00	0.45	1.49	34
330	QF IC (OCC)	4.50	4.95	12	1.00	0.85	1.00	1.00	0.88	1.08	11
331	QF IC (OCC)	1.35	1.80	15	1.00	0.75	1.00	1.00	0.25	1.85	20
332	QF IC (OCC)	5.45	5.90	13	1.00	0.85	1.00	1.00	0.92	1.05	12
333	QF IC (OCC)	4.15	4.60	10	1.00	0.85	1.00	1.00	0.75	1.18	10
334	QF IC (OCC)	3.60	4.05	49	1.00	0.85	1.00	1.00	0.70	1.22	50
335	QF IC (OCC)	6.00	6.45	27	1.00	0.95	1.00	1.00	0.96	1.02	26
336	QF IC (OCC)	4.00	4.45	8	1.00	0.85	1.00	1.00	0.53	1.39	9

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
337	QF IC (OCC)	3.00	3.45	14	1.00	0.75	1.00	1.00	0.56	1.35	14
338	QF IC (OCC)	4.05	4.50	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.71	1.21	9
339	QF IC (OCC)	4.05	4.50	22	1.00	0.85	1.00	1.00	0.74	1.18	22
340	QF IC (OCC)	7.00	7.45	29	1.00	0.95	1.00	1.00	1.19	0.93	26
341	QF IC (OCC)	4.50	4.95	22	1.00	0.85	1.00	1.00	0.82	1.12	21
342	QF IC (OCC)	4.00	4.45	20	1.00	0.85	1.00	1.00	0.70	1.22	21
343	QF IC (OCC)	4.45	4.90	35	1.00	0.85	1.00	1.00	0.83	1.11	33
344	QF IC (OCC)	3.45	3.90	26	1.00	0.75	1.00	1.00	0.66	1.26	25
345	QF IC (OCC)	4.00	4.45	18	1.00	0.85	1.00	1.00	0.67	1.24	19
346	QF IC (OCC)	3.50	3.95	37	1.00	0.75	1.00	1.00	0.65	1.26	35
347	QF IC (OCC)	7.00	7.45	22	1.00	0.95	1.00	1.00	1.20	0.93	19
348	QF IC (OCC)	4.00	4.45	54	1.00	0.85	1.00	1.00	0.74	1.19	55
349	QF IC (OCC)	4.00	4.45	16	1.00	0.85	1.00	1.00	0.78	1.15	16
350	QF IC (OCC)	5.45	5.90	15	1.00	0.85	1.00	1.00	1.05	0.98	12
351	QF IC (OCC)	1.80	2.25	20	1.00	0.75	1.00	1.00	0.36	1.63	24
352	QF IC (OCC)	8.00	8.45	10	1.00	0.95	1.00	1.00	1.19	0.93	9
353	QF IC (OCC)	4.10	4.55	22	1.00	0.85	1.00	1.00	0.84	1.11	20
354	QF IC (OCC)	6.00	6.45	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.02	0.99	20
355	QF IC (OCC)	7.00	7.45	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.30	0.89	17
356	QF IC (OCC)	5.00	5.45	17	1.00	0.85	1.00	1.00	0.92	1.05	15
357	QF IC (OCC)	6.45	6.90	49	1.00	0.95	1.00	1.00	1.11	0.96	44
358	QF IC (OCC)	4.00	4.45	9	1.00	0.85	1.00	1.00	0.75	1.18	9
359	QF IC (OCC)	7.00	7.45	60	1.00	0.95	1.00	1.00	1.40	0.87	49
360	QF IC (OCC)	9.24	9.69	32	1.00	0.95	1.00	1.00	1.72	0.78	24
361	QF IC (OCC)	8.00	8.45	30	1.00	0.95	1.00	1.00	1.33	0.89	25
362	QF IC (OCC)	3.80	4.25	21	1.00	0.85	1.00	1.00	0.68	1.24	22
363	QF IC (OCC)	5.10	5.55	38	1.00	0.85	1.00	1.00	0.83	1.11	35
364	QF IC (OCC)	10.50	10.95	14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.90	0.74	10
365	QF IC (OCC)	9.00	9.45	40	1.00	0.95	1.00	1.00	1.63	0.80	30
366	QF IC (OCC)	10.50	10.95	14	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.72	10
367	QF IC (OCC)	10.50	10.95	14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.90	0.74	10
368	QF IC (OCC)	6.00	6.45	26	1.00	0.95	1.00	1.00	1.07	0.97	24
369	QF IC (OCC)	10.00	10.45	40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.88	0.75	30
370	QF IC (OCC)	10.55	11.00	31	1.00	1.00	1.00	1.00	2.05	0.71	22
371	QF IC (OCC)	12.00	12.45	19	1.00	1.00	1.00	1.00	2.14	0.70	13
372	QF IC (OCC)	8.45	8.90	44	1.00	0.95	1.00	1.00	1.58	0.82	34
373	QF IC (OCC)	9.70	10.15	18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.62	0.81	14
374	QF IC (OCC)	3.80	4.25	34	1.00	0.85	1.00	1.00	0.73	1.19	34
375	QF IC (OCC)	11.45	11.90	32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.97	0.73	23
376	QF IC (OCC)	10.00	10.45	25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.90	0.74	18
377	QF IC (OCC)	15.70	16.15	51	1.00	1.00	0.80	1.00	2.69	0.60	25
378	QF IC (OCC)	13.90	14.35	36	1.00	1.00	0.80	1.00	2.54	0.63	18
379	QF IC (OCC)	13.95	14.40	12	1.00	1.00	0.80	1.00	2.30	0.67	6
380	QF IC (OCC)	12.30	12.75	80	1.00	1.00	0.80	1.00	2.30	0.67	42
381	QF IC (OCC)	11.45	11.90	29	1.00	1.00	1.00	1.00	2.02	0.72	21
382	QF IC (OCC)	18.45	18.90	29	1.00	1.00	0.80	1.00	2.99	0.56	13
383	QF IC (OCC)	10.00	10.45	49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.73	0.78	38
384	QF IC (OCC)	17.95	18.40	70	1.00	1.00	0.80	1.00	3.43	0.51	28
385	QF IC (OCC)	9.35	9.80	16	1.00	0.95	1.00	1.00	1.80	0.76	11
386	QF IC (OCC)	16.45	16.90	43	1.00	1.00	0.80	1.00	2.95	0.57	20

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
387	QF IC (OCC)	16.00	16.45	73	1.00	1.00	0.80	1.00	2.91	0.57	33
388	QF IC (Oriental)	6.80	7.25	29	1.00	0.95	1.00	1.00	1.08	0.97	27
389	QF IC (Oriental)	2.70	3.15	14	1.00	0.75	1.00	1.00	0.52	1.40	15
390	QF IC (Oriental)	1.50	1.95	9	1.00	0.75	1.00	1.00	0.31	1.73	12
391	QF IC (Oriental)	2.45	2.90	13	1.00	0.75	1.00	1.00	0.44	1.51	15
392	QF IC (Oriental)	3.00	3.45	18	1.00	0.75	1.00	1.00	0.55	1.36	18
393	QF IC (Oriental)	4.60	5.05	69	1.00	0.85	1.00	1.00	0.79	1.14	67
394	QF IC (Oriental)	2.55	3.00	17	1.00	0.75	1.00	1.00	0.48	1.44	18
395	QF IC (Oriental)	7.20	7.65	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.26	0.91	10
396	QF IC (Oriental)	4.00	4.45	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.75	1.18	14
397	QF IC (Oriental)	3.50	3.95	12	1.00	0.75	1.00	1.00	0.58	1.33	12
398	QF IC (Oriental)	2.50	2.95	8	1.00	0.75	1.00	1.00	0.47	1.47	9
399	QF IC (Oriental)	2.70	3.15	7	1.00	0.75	1.00	1.00	0.48	1.45	7
400	QF IC (Oriental)	5.50	5.95	15	1.00	0.85	1.00	1.00	0.93	1.05	13
401	QF IC (Oriental)	6.40	6.85	23	1.00	0.95	1.00	1.00	1.05	0.98	21
402	QF IC (Oriental)	5.50	5.95	10	1.00	0.85	1.00	1.00	0.94	1.04	8
403	QF IC (Oriental)	3.00	3.45	20	1.00	0.75	1.00	1.00	0.54	1.38	21
404	QF IC (Oriental)	2.55	3.00	11	1.00	0.75	1.00	1.00	0.50	1.42	11
405	QF IC (Oriental)	3.00	3.45	12	1.00	0.75	1.00	1.00	0.66	1.26	11
406	QF IC (Oriental)	7.05	7.50	24	1.00	0.95	1.00	1.00	1.15	0.94	22
407	QF IC (Oriental)	2.45	2.90	13	1.00	0.75	1.00	1.00	0.48	1.45	14
408	QF IC (Oriental)	5.40	5.85	16	1.00	0.85	1.00	1.00	1.03	0.99	13
409	QF IC (Oriental)	1.80	2.25	8	1.00	0.75	1.00	1.00	0.36	1.63	10
410	QF IC (Oriental)	1.50	1.95	29	1.00	0.75	1.00	1.00	0.28	1.77	39
411	QF IC (Oriental)	1.80	2.25	14	1.00	0.75	1.00	1.00	0.33	1.68	18
412	QF IC (Oriental)	4.50	4.95	14	1.00	0.85	1.00	1.00	0.87	1.08	12
413	QF IC (Oriental)	4.05	4.50	11	1.00	0.85	1.00	1.00	0.68	1.24	11
414	QF IC (Oriental)	4.50	4.95	13	1.00	0.85	1.00	1.00	0.85	1.10	12
415	QF IC (Oriental)	4.00	4.45	41	1.00	0.85	1.00	1.00	0.74	1.18	41
416	QF IC (Oriental)	4.05	4.50	10	1.00	0.85	1.00	1.00	0.70	1.22	10
417	QF IC (Oriental)	5.55	6.00	30	1.00	0.85	1.00	1.00	0.88	1.08	27
418	QF IC (Oriental)	8.45	8.90	26	1.00	0.95	1.00	1.00	1.45	0.85	21
419	QF IC (Oriental)	6.50	6.95	21	1.00	0.95	1.00	1.00	1.10	0.96	19
420	QF IC (Oriental)	11.85	12.30	39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.67	0.80	31
421	QF IC (Oriental)	7.00	7.45	15	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	14
422	QF IC (Oriental)	9.10	9.55	10	1.00	0.95	1.00	1.00	1.44	0.86	8
423	QF IC (Oriental)	7.00	7.45	12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.23	0.92	10
424	QF IC (Oriental)	5.50	5.95	21	1.00	0.85	1.00	1.00	1.03	0.99	17
425	QF IC (Oriental)	9.00	9.45	9	1.00	0.95	1.00	1.00	1.44	0.85	7
426	QF IC (Oriental)	5.00	5.45	21	1.00	0.85	1.00	1.00	0.89	1.07	19
427	QF IC (Oriental)	5.45	5.90	25	1.00	0.85	1.00	1.00	0.94	1.04	22
428	QF IC (Oriental)	11.45	11.90	30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.73	0.78	23
429	QF IC (Oriental)	5.45	5.90	15	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	13
430	QF IC (Oriental)	2.25	2.70	16	1.00	0.75	1.00	1.00	0.41	1.54	19
431	QF IC (Oriental)	2.50	2.95	24	1.00	0.75	1.00	1.00	0.55	1.37	25
432	QF IC (Oriental)	10.50	10.95	12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.91	0.74	9
433	QF IC (Oriental)	7.50	7.95	20	1.00	0.95	1.00	1.00	1.26	0.91	17
434	QF IC (Oriental)	8.50	8.95	5	1.00	0.95	1.00	1.00	1.28	0.90	4
435	QF IC (Oriental)	6.00	6.45	25	1.00	0.95	1.00	1.00	1.16	0.94	22
436	QF IC (Oriental)	8.00	8.45	32	1.00	0.95	1.00	1.00	1.47	0.84	25

DATO**	Material	Z <sub>0</sub>	Z <sub>F</sub>	N <sub>STP 1/2</sub>	η <sub>1</sub>	η <sub>2</sub>	η <sub>3</sub>	η <sub>4</sub>	R	C <sub>N</sub>	N <sub>45</sub>
		[m]	[m]	[Golpes]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[Golpes]
437	QF IC (Oriental)	7.00	7.45	24	1.00	0.95	1.00	1.00	1.21	0.92	21
438	QF IC (Oriental)	14.45	14.90	25	1.00	1.00	0.80	1.00	2.43	0.64	13
439	QF IC (Oriental)	8.45	8.90	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.59	0.81	14
440	QF IC (Oriental)	8.80	9.25	20	1.00	0.95	1.00	1.00	1.54	0.83	16
441	QF IC (Oriental)	6.00	6.45	78	1.00	0.95	1.00	1.00	1.09	0.96	71
442	QF IC (Oriental)	10.60	11.05	22	1.00	1.00	1.00	1.00	2.01	0.72	16
443	QF IC (Oriental)	6.00	6.45	18	1.00	0.95	1.00	1.00	1.05	0.98	17
444	QF IC (Oriental)	3.15	3.60	18	1.00	0.75	1.00	1.00	0.65	1.26	17
445	QF IC (Oriental)	13.10	13.55	25	1.00	1.00	0.80	1.00	2.54	0.63	12
446	QF IC (Oriental)	7.45	7.90	24	1.00	0.95	1.00	1.00	1.45	0.85	19
447	QF IC (Oriental)	10.50	10.95	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.98	0.73	73
448	QF IC (Oriental)	13.00	13.45	59	1.00	1.00	0.80	1.00	2.23	0.68	32
449	QF IC (Oriental)	16.45	16.90	23	1.00	1.00	0.80	1.00	3.16	0.54	10
450	QF IC (Oriental)	16.45	16.90	77	1.00	1.00	0.80	1.00	2.85	0.58	36
451	QF IC (Oriental)	15.90	16.35	53	1.00	1.00	0.80	1.00	3.20	0.54	22
452	QF IC (Oriental)	10.00	10.45	48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.97	0.73	35
453	QF IC (Oriental)	20.00	20.45	50	1.00	1.00	0.80	1.00	4.21	0.43	17
454	QF IC (Oriental)	9.00	9.45	8	1.00	0.95	1.00	1.00	1.80	0.76	6
455	QF IC (Oriental)	13.00	13.45	38	1.00	1.00	0.80	1.00	2.53	0.63	19
456	QF IC (Oriental)	19.20	19.65	36	1.00	1.00	0.80	1.00	3.37	0.51	15
457	QF IC (Oriental)	14.00	14.45	24	1.00	1.00	0.80	1.00	2.75	0.60	11
458	QF IC (Oriental)	29.15	29.60	100	1.00	1.00	0.80	1.00	5.89	0.29	23
459	QF IC (Oriental)	21.45	21.90	52	1.00	1.00	0.80	1.00	4.30	0.42	17
460	QF IC (Oriental)	22.45	22.90	44	1.00	1.00	0.80	1.00	4.14	0.43	15

Tabla 8-8. Ángulo de fricción ( $\phi$ ) de los cortes directos consolidados drenados

DATO**	Material	σ <sub>N1</sub>	σ <sub>N2</sub>	σ <sub>N3</sub>	σ <sub>N4</sub>	τ <sub>1</sub>	τ <sub>2</sub>	τ <sub>3</sub>	τ <sub>4</sub>	φ
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
1	IB Anfíbolita	40.0	80.0	160.0		44.1	65.9	105.9		27
2	IB Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		81.3	142.7	243.1		28
3	IB Anfíbolita	90.0	180.0	360.0		98.5	131.2	242.0		29
4	IB Dunita	75.0	150.0	300.0		42.6	52.0	116.5		19
5	IB Dunita		199.1	298.7			108.5	139.0		17
6	IB Dunita	54.0	89.0	159.0		51.4	83.1	97.8		22
7	IB Dunita		119.0	219.0			105.3	177.7		36
8	IB Dunita		298.7	448.1			225.8	298.9		26
9	IB Dunita		149.0	298.0			146.7	202.6		21
10	IB Gabro	29.0		119.0		94.5		193.9		48
11	IB Gneis	75.0	150.0	300.0		63.6	164.1	249.8		38
12	IB Gneis	70.1	140.2	280.5		38.6	76.5	151.2		28
13	IB Gneis	62.5	125.0	250.0		65.0	114.3	188.6		33
14	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		69.8	97.1	144.5		26
15	IB Gneis	50.0	100.0	200.0		65.2	115.3	153.0		29
16	IB Gneis	110.2	220.5	440.7		62.5	113.7	185.3		20
17	IB Gneis	59.0	120.0	240.0		52.0	100.0	140.0		25
18	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		42.4	48.6	132.4		32
19	IB Granodiorita	34.0	69.0	139.0		36.8	66.8	131.9		42
20	IB Granodiorita		99.0	199.0			96.1	154.5		30
21	IB Granodiorita	59.0	119.0	239.0		49.1	92.7	123.6		21
22	IB Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.1	117.4	165.3		35

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
23	IB Granodiorita	89.9	179.7	359.5		103.5	129.7	168.9		13
24	IC Anfíbolita	39.0	59.0	99.0		27.8	43.3	94.3		49
25	IC Anfíbolita	35.0	70.0	140.0		23.0	33.0	68.0		24
26	IC Anfíbolita	80.0	150.0	200.0		35.7	50.8	81.3		20
27	IC Anfíbolita	30.0	60.0	120.0		30.0	46.0	60.0		18
28	IC Anfíbolita	69.0	119.0	219.0		39.8	64.1	128.9		31
29	IC Anfíbolita	100.0	200.0	400.0		46.2	124.1	209.6		28
30	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		41.0	67.1	134.6		26
31	IC Anfíbolita	50.1	100.2	200.3		31.1	60.6	127.7		33
32	IC Anfíbolita	69.0	119.0	219.0		70.0	59.5	90.6		9
33	IC Anfíbolita		80.0	160.0			78.8	137.3		36
34	IC Anfíbolita		80.1	160.3			56.8	120.5		38
35	IC Anfíbolita	79.0	144.0	269.0		53.2	86.6	145.1		26
36	IC Anfíbolita	70.0	140.0	280.0		52.7	99.5	131.9		20
37	IC Anfíbolita	50.0	100.0	200.0		47.1	82.9	150.7		35
38	IC Anfíbolita	120.6	239.8			73.4	132.2			26
39	IC Anfíbolita	94.0	169.0	318.0		59.1	93.9	166.6		26
40	IC Anfíbolita	95.0	190.0	380.0		65.0	95.0	190.0		24
41	IC Anfíbolita		100.0	200.0			112.6	180.6		34
42	IC Anfíbolita	40.1	80.1	160.3		27.7	63.3	110.2		34
43	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		45.2	90.5	203.8		42
44	IC Anfíbolita	80.1	160.3	320.5		42.8	88.3	205.7		34
45	IC Anfíbolita	74.0	134.0	388.0		73.6	81.1	180.1		19
46	IC Anfíbolita		149.8	299.5			96.8	156.6		22
47	IC Anfíbolita	84.0	169.0	338.0		53.3	101.1	187.6		28
48	IC Anfíbolita	59.0	119.0	239.0		56.1	104.8	157.2		29
49	IC Anfíbolita	140.0	280.0	560.0		80.0	155.0	260.0		23
50	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		65.7	115.1	210.6		33
51	IC Anfíbolita	59.9	119.8	239.6		42.2	80.4	155.5		32
52	IC Anfíbolita	60.1	120.2	240.4		31.1	92.1	145.5		31
53	IC Anfíbolita	79.0	139.0	259.0		55.4	108.9	220.9		43
54	IC Anfíbolita	59.0	104.0	194.0		55.3	93.4	113.8		22
55	IC Anfíbolita	99.0	199.0	348.0		59.0	60.6	122.5		15
56	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		100.1	110.4	281.0		41
57	IC Anfíbolita	60.0	125.0	200.0	250.0	107.6	130.7	189.4	228.4	33
58	IC Anfíbolita	59.0	99.0	179.0		48.2	89.8	136.9		36
59	IC Anfíbolita	74.0	149.0	298.0		69.3	118.0	223.3		35
60	IC Anfíbolita	109.0	219.0	417.0		129.4	154.2	306.9		31
61	IC Anfíbolita	72.0	149.0	298.0		88.8	182.9	247.8		34
62	IC Anfíbolita	89.0	184.0	368.0		59.1	120.7	180.7		23
63	IC Anfíbolita	137.0	160.0	208.0		122.0	124.0	166.0		33
64	IC Anfíbolita	150.0	250.0	300.0		170.4	223.4	269.4		33
65	IC Anfíbolita	136.0	272.0	544.0		175.0	225.0	375.0		27
66	IC Anfíbolita	99.0	199.0	398.0		96.6	187.0	300.6		34
67	IC Anfíbolita	122.0	245.0	492.0		121.7	332.0	479.7		42
68	IC Diorita	100.0	140.0	180.0		68.9	80.0	118.9		32
69	IC Diorita	30.0	40.0	60.0		34.7	39.9	44.1		17
70	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		38.1	58.0	69.3		14
71	IC Diorita	40.0	80.0	160.0		37.4	61.2	117.1		34
72	IC Diorita	68.0	136.0	272.0		35.0	52.0	93.0		16

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
73	IC Diorita	74.0	150.0	300.0		45.6	81.4	116.5		17
74	IC Diorita	37.0	74.0	146.0		33.0	54.0	100.0		32
75	IC Diorita	30.0	60.0	120.0		38.8	56.1	86.7		28
76	IC Diorita	49.0	98.0	196.0		44.0	60.0	130.0		31
77	IC Diorita	60.0	120.0	240.0		71.1	89.3	135.5		20
78	IC Diorita	62.5	125.0	250.0		49.5	82.5	175.6		34
79	IC Diorita	50.0	100.0	200.0		73.4	110.3	162.9		30
80	IC Diorita	71.2	142.5	280.9		61.2	125.6	195.6		32
81	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		96.5	176.0	272.1		30
82	IC Diorita	100.0	200.0	400.0		90.0	157.9	278.8		32
83	IC Diorita	150.0	200.0			263.4	332.9			54
84	IC Dunita	124.5	248.9	497.9		76.4	126.7	283.2		29
85	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		46.7	41.4	119.8		28
86	IC Dunita	112.0	246.6	440.6		84.2	101.4	201.3		20
87	IC Dunita	39.0	79.0	159.0		7.8	41.1	68.9		26
88	IC Dunita	124.5	239.0	477.9		79.0	112.2	223.2		23
89	IC Dunita		139.8	279.6			113.6	224.8		38
90	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		94.3	169.9	221.7		23
91	IC Dunita	149.4	298.7	448.1		105.1	181.1	242.2		25
92	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		63.7	122.4	213.6		45
93	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		28.6	58.4	107.8		28
94	IC Dunita	37.5	75.0	150.0		47.8	73.8	101.0		25
95	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		31.0	51.4	91.9		19
96	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		52.8	68.2	119.4		24
97	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		72.0	91.3	141.6		25
98	IC Dunita	59.0	119.0	239.0		50.2	73.9	121.5		22
99	IC Dunita	104.0	194.0	368.0		44.2	88.8	175.7		26
100	IC Dunita	179.2	360.9	721.9		119.6	209.8	364.5		24
101	IC Dunita	50.0	100.0	200.0		67.1	93.8	145.8		28
102	IC Dunita	174.2	338.5	510.3	425.7	111.8	181.9	165.5	175.5	9
103	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		62.2	80.0	121.1		15
104	IC Dunita		261.4	522.7			169.6	203.1		7
105	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		61.2	81.0	179.7		29
106	IC Dunita	89.0	179.0	358.0		71.1	160.0	231.5		30
107	IC Dunita	150.0	300.0	500.0		215.5	297.2	505.0		40
108	IC Dunita	109.0	199.0	378.0		78.2	134.6	253.5		33
109	IC Dunita	99.0	199.0	348.0		69.8	123.2	190.4		26
110	IC Dunita	74.0	149.0	298.0		86.7	140.5	261.8		38
111	IC Dunita		149.0	298.0			123.8	202.0		28
112	IC Dunita		199.0	398.0			238.4	357.4		31
113	IC Esquisto	39.0	59.0	99.0		33.2	42.7	84.8		42
114	IC Esquisto	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0		36
115	IC Gabro	24.0	34.0	49.0		6.1	21.3	15.4		17
116	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		18.3	18.2	29.4		11
117	IC Gabro	39.0	59.0	99.0		45.4	62.0	66.6		18
118	IC Gabro	150.3	300.5	601.0		75.7	161.1	320.4		28
119	IC Gabro	75.0	150.0	300.0		79.6	138.2	243.5		36
120	IC Gabro	75.0	100.0	125.0		54.1	64.9	70.1		18
121	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		42.7	83.5	148.4		35
122	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		53.5	110.1	100.8		12

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
123	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		44.8	99.5	148.9		29
124	IC Gabro	100.0	200.0	400.0		100.5	154.2	267.3		29
125	IC Gabro	49.0	99.0	199.0		57.4	98.9	135.3		26
126	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		69.5	122.0	194.4		29
127	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		94.4	123.0	171.5		19
128	IC Gabro		79.0	159.0	328.0		74.9	83.0	300.9	44
129	IC Gabro	120.0	200.0	300.0		134.6	160.2	218.2		25
130	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		73.9	106.1	185.2		24
131	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		78.0	140.3	204.3		29
132	IC Gabro	80.0	150.0	250.0		144.3	182.6	238.1		29
133	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		31.0	92.0	169.2		31
134	IC Gabro	128.0		455.0		61.5		173.9		19
135	IC Gabro	59.0	119.0	239.0		46.7	67.1	141.3		28
136	IC Gabro	84.0	169.0	338.0		47.1	76.4	155.3		23
137	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		83.5	126.9	246.7		36
138	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		91.3	164.3	251.4		35
139	IC Gabro	49.0	79.0	139.0	259.0	72.3	119.1	172.8	299.4	46
140	IC Gabro	74.0	149.0	298.0		108.9	148.2	320.4		44
141	IC Gabro	125.0	250.0	500.0		165.4	202.7	456.6		39
142	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		43.3	26.9	84.1		17
143	IC Gneis	80.0	100.0	160.0		33.1	49.3	71.7		25
144	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.9	74.4	134.2		30
145	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		44.5	85.5	146.2		34
146	IC Gneis	80.0	160.0	260.0		50.1	84.5	145.5		28
147	IC Gneis	75.0	150.0	301.0		35.0	68.0	117.0		20
148	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		78.7	96.6	156.4		35
149	IC Gneis	15.0	30.0	60.0		50.0	70.0	100.0		48
150	IC Gneis	30.0	65.0	110.0		71.2	70.5	59.9		-8
151	IC Gneis	30.0	60.0	90.0		73.2	92.4	105.4		28
152	IC Gneis	40.0	80.0	120.0		74.8	107.6	145.5		41
153	IC Gneis	90.0	180.0	360.0		78.8	121.0	218.6		28
154	IC Gneis	50.0	100.0	200.0		47.1	83.6	113.0		23
155	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		23.9	101.6	158.3		34
156	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		52.9	101.3	168.2		32
157	IC Gneis	49.8	99.9	199.7		38.1	75.5	148.0		36
158	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		50.9	83.6	163.5		31
159	IC Gneis	80.0	100.0	180.0		62.6	79.5	131.5		34
160	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		76.9	135.6	205.0		29
161	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		39.6	124.7	205.4		35
162	IC Gneis	50.0	90.0	110.0	140.0	67.5	109.0	122.1	143.9	40
163	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		104.6	150.5	237.1		24
164	IC Gneis	100.0	135.0	170.0		95.3	87.0	130.7		27
165	IC Gneis	90.0	150.0	200.0		115.3	114.9	142.5		13
166	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		54.9	130.0	220.3		36
167	IC Gneis	70.0	100.0	130.0	180.0	81.1	126.4	104.7	146.6	26
168	IC Gneis		249.6	449.3			124.8	255.6		33
169	IC Gneis	150.0	200.0	250.0		106.0	155.9	171.1		33
170	IC Gneis		119.0	239.0			118.6	181.0		27
171	IC Gneis	100.0	180.0	240.0		99.4	127.5	164.8		25
172	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		81.4	125.5	228.3		26

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
173	IC Gneis	109.0	218.0	436.0		90.0	125.0	225.0		23
174	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		87.8	127.0	225.3		25
175	IC Gneis	62.5	125.0	250.0		87.4	119.4	244.5		41
176	IC Gneis	100.0	201.0	400.0		67.0	128.0	227.0		28
177	IC Gneis	59.0	119.0	239.0		51.4	75.2	206.6		42
178	IC Gneis	79.0	144.0	269.0		104.8	163.2	187.6		22
179	IC Gneis	120.0	180.0	240.0		127.1	151.8	189.4		27
180	IC Gneis	165.0	216.0	300.0		101.3	142.0	241.1		46
181	IC Gneis	118.0	236.0	472.0		75.0	145.0	270.0		29
182	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		67.4	166.9	287.5		36
183	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		98.7	171.6	315.9		30
184	IC Gneis	78.0	155.0	310.0		80.0	165.0	320.0		46
185	IC Gneis	100.0	200.0	400.0		91.6	202.8	332.7		38
186	IC Gneis		149.0	298.0			159.6	204.6		17
187	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		113.2	180.0	367.9		30
188	IC Gneis	75.0	150.0	300.0		130.0	190.0	275.0		32
189	IC Gneis	200.0	300.0	400.0	500.0	139.8	181.9	218.4	277.8	24
190	IC Gneis	150.0	250.0	350.0		134.3	183.5	244.9		29
191	IC Gneis	300.0	450.0	500.0		173.5	250.3	286.4		29
192	IC Gneis	150.0	300.0	600.0		169.8	304.7	441.8		30
193	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		150.0	190.0	305.0		23
194	IC Gneis	125.0	250.0	500.0		180.0	240.0	405.0		31
195	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		23.3	51.2	131.5		42
196	IC Granodiorita	25.0	50.0	100.0		29.5	45.2	92.6		41
197	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		21.5	42.1	81.9		22
198	IC Granodiorita		220.4	440.7			131.9	280.6		34
199	IC Granodiorita		60.0	120.0			70.2	117.6		38
200	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		47.6	63.1	108.5		27
201	IC Granodiorita	109.8	219.7	439.3		61.0	130.0	230.0		27
202	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		29.0	62.9	104.7		32
203	IC Granodiorita	49.9		199.9		41.1		127.4		30
204	IC Granodiorita		99.9	199.9			54.6	103.1		26
205	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		53.8	98.6	116.5		18
206	IC Granodiorita	62.5	125.0	250.0		66.9	110.9	161.7		26
207	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0	318.0	41.7	67.3	134.1	223.2	33
208	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		44.4	82.2	148.7		35
209	IC Granodiorita	49.9	99.9	199.7		35.1	79.6	132.3		32
210	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	70.0	101.4		22
211	IC Granodiorita		60.0	120.0			73.9	101.5		25
212	IC Granodiorita	75.1	150.3	300.5		44.7	79.6	151.9		25
213	IC Granodiorita	84.0	149.0	279.0		46.1	85.7	164.5		31
214	IC Granodiorita	75.0	150.0	300.0		78.4	119.9	225.9		34
215	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		35.9	71.2	109.4		25
216	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.0	86.6	173.5		42
217	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		39.9	87.0	116.5		22
218	IC Granodiorita	59.0	118.0	236.0		40.0	88.0	140.0		29
219	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		40.1	80.9	135.8		32
220	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		50.4	82.8	153.7		30
221	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.0	97.5	179.4		36
222	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		65.0	108.1	156.3		31



DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
223	IC Granodiorita		320.5	651.1			183.6	321.5		23
224	IC Granodiorita	179.7	359.5	718.9		113.6	201.4	366.6		25
225	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	90.8	110.9		12
226	IC Granodiorita	39.0	79.0	159.0		43.3	51.6	134.2		39
227	IC Granodiorita	50.0	100.0	200.0		68.9	104.0	155.0		29
228	IC Granodiorita	109.8	219.7	449.3		58.7	125.6	216.4		24
229	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		54.5	77.9	155.9		25
230	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		55.0	84.8	140.5		25
231	IC Granodiorita	240.4	480.8	961.6		107.9	281.4	509.2		29
232	IC Granodiorita		79.9	159.8			50.8	103.9		34
233	IC Granodiorita	80.0	120.0	160.0		63.3	90.4	104.0		27
234	IC Granodiorita		240.4	480.8			149.1	258.2		24
235	IC Granodiorita	121.0	241.0	483.0		55.0	125.0	195.0		20
236	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		61.4	99.8	156.5		20
237	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		54.2	83.7	142.8		26
238	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		55.2	85.1	187.0		42
239	IC Granodiorita	109.0	219.0	438.0		70.0	110.0	210.0		23
240	IC Granodiorita	159.8	319.5	639.0		102.0	185.0	312.4		23
241	IC Granodiorita	100.0	140.0	180.0		72.1	102.1	112.3		27
242	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		47.9	91.9	155.9		31
243	IC Granodiorita	129.8	259.6	519.2		83.0	174.9	287.0		27
244	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.1	87.1	139.2		20
245	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		57.0	77.9	152.0		28
246	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		43.7	69.9	163.0		34
247	IC Granodiorita	259.6	519.2	1038.4		155.5	270.6	586.0		29
248	IC Granodiorita	99.9	199.7	399.4		63.5	124.5	230.5		29
249	IC Granodiorita		440.7	881.5			242.0	438.4		24
250	IC Granodiorita	160.0	190.0	240.0	280.0	143.2	158.8	173.1	193.0	22
251	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		71.3	123.0	209.4		27
252	IC Granodiorita	69.0	139.0	279.0		75.2	131.2	192.7		28
253	IC Granodiorita	109.0	199.0	378.0		105.8	117.0	225.4		25
254	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		63.6	129.9	184.0		27
255	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.9	123.9	179.9		27
256	IC Granodiorita	200.0	240.0	300.0		128.9	156.0	183.9		28
257	IC Granodiorita	59.0	119.0	239.0		30.6	59.4	130.2		29
258	IC Granodiorita	109.0	204.0	388.0		80.9	70.8	213.2		27
259	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		58.2	101.9	181.6		29
260	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		59.6	116.5	190.8		30
261	IC Granodiorita	220.0	260.0	320.0		156.0	203.1	214.8		29
262	IC Granodiorita	199.0	397.0	795.0		100.0	135.0	360.0		24
263	IC Granodiorita	220.0	260.0	300.0	340.0	180.6	201.2	224.7	246.0	29
264	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		60.2	101.9	161.2		24
265	IC Granodiorita		149.0	298.0			102.5	148.0		17
266	IC Granodiorita	104.0	194.0	368.0		87.9	112.1	175.7		19
267	IC Granodiorita	49.0	99.0	199.0		52.3	90.3	138.3		29
268	IC Granodiorita	99.0	169.0	338.0		82.7	106.6	206.1		28
269	IC Granodiorita	79.0	159.0	318.0		88.3	160.5	262.2		36
270	IC Granodiorita	49.0	79.0	139.0		28.9	40.7	74.2		27
271	IC Granodiorita		119.0	239.0			100.6	189.8		37
272	IC Granodiorita	200.0	280.0	360.0		146.9	226.1	242.3		31

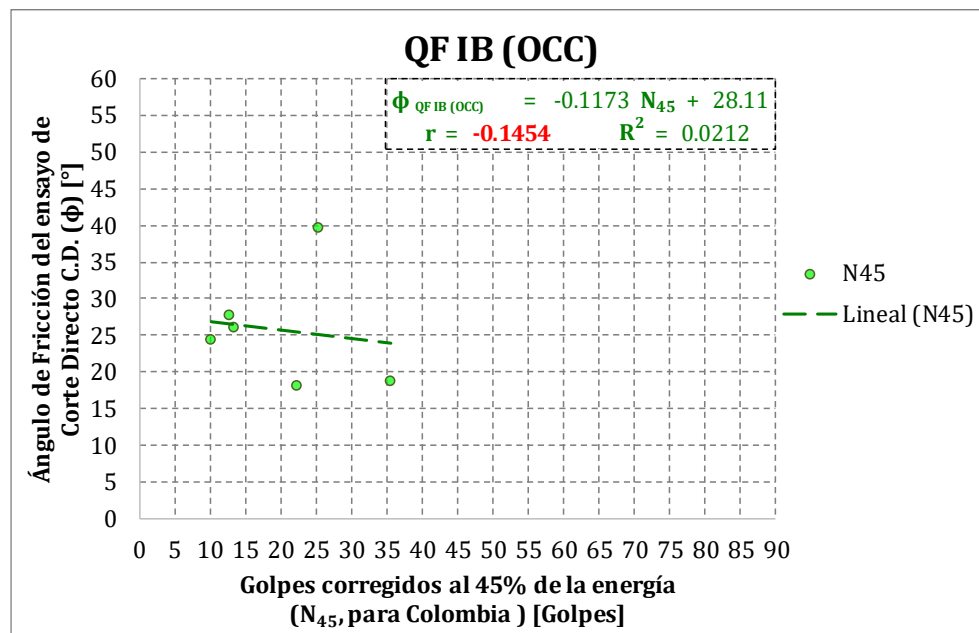
DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
273	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		22.8	80.6	143.8		28
274	IC Granodiorita	84.0	169.0	338.0		70.6	121.4	233.5		33
275	IC Granodiorita	119.0	219.0	418.0		101.9	165.9	233.0		23
276	IC Granodiorita	124.0	249.0	498.0		62.8	97.6	237.0		26
277	IC Granodiorita	59.0	99.0	179.0		17.9	44.9	78.6		26
278	IC Granodiorita	74.0	149.0	298.0		46.7	109.4	174.6		29
279	IC Granodiorita	54.0	108.0	217.0		80.0	128.0	192.0		34
280	IC Granulita	76.0	153.0	306.0		168.0	300.0	465.0		52
281	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.1	37.9	115.4		37
282	IC Migmatita	39.0	79.0	159.0		29.6	54.7	75.4		20
283	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.9	65.3	144.3		35
284	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		29.2	35.5	106.4		28
285	IC Migmatita		79.0	159.0			54.1	90.1		24
286	IC Migmatita	94.0	169.0	318.0		51.6	70.1	148.1		24
287	IC Migmatita	59.9	119.8	239.6		48.2	93.8	140.1		26
288	IC Migmatita	120.2	250.4	500.9		81.1	159.5	274.7		27
289	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		46.9	84.5	104.2		17
290	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.3	71.3	115.6		27
291	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		37.1	59.9	108.1		22
292	IC Migmatita	74.0	134.0	249.0		61.5	114.6	149.6		26
293	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		24.1	70.4	108.7		24
294	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		35.6	86.9	118.2		27
295	IC Migmatita	69.0	119.0	219.0		60.9	111.9	246.4		51
296	IC Migmatita	73.9	148.7	298.5		49.0	102.6	107.4		13
297	IC Migmatita		99.0	199.0			95.0	157.3		32
298	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		38.4	76.2	143.9		35
299	IC Migmatita	108.8	198.7	378.3		84.3	108.3	227.8		29
300	IC Migmatita	149.8	299.5	599.1		77.0	192.5	325.5		28
301	IC Migmatita	69.0	139.0	279.0		60.4	76.7	206.0		36
302	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		39.5	73.0	137.1		33
303	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		58.1	109.9	166.5		25
304	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		43.0	73.6	120.9		23
305	IC Migmatita	109.0	204.0	388.0		87.5	134.6	311.9		40
306	IC Migmatita		149.0	298.0			130.1	222.5		32
307	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.5	80.4	129.7		26
308	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		67.3	130.4	194.6		34
309	IC Migmatita		109.0	199.0			182.9	197.0		9
310	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		40.9	81.8	155.5		27
311	IC Migmatita		199.0	398.0			176.7	305.3		33
312	IC Migmatita	89.0	179.0	358.0		66.8	157.7	246.2		33
313	IC Migmatita	59.0	119.0	239.0		39.6	86.8	189.1		40
314	IC Migmatita	74.0	149.0	298.0		71.7	117.1	221.9		34
315	IC Migmatita	99.0	179.0	368.0		101.5	103.0	253.1		31
316	IC Migmatita	49.0	99.0	199.0		58.9	144.5	297.2		58
317	QF IB (OCC)	22.0	44.0	88.0		34.0	34.0	55.0		19
318	QF IB (OCC)	37.5	75.0	150.0		32.1	35.1	84.1		26
319	QF IB (OCC)	50.0	100.0	200.0		63.5	78.8	112.4		18
320	QF IB (OCC)	39.8	79.7	161.8		63.0	99.1	164.7		40
321	QF IB (OCC)	61.0	123.0	246.0		50.0	95.0	137.0		24
322	QF IB (OCC)	75.0	150.0	300.0		104.4	144.5	222.7		28

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
323	QF IC (OCC)		139.8	279.6			127.8	312.8		53
324	QF IC (OCC)	49.0	98.1	196.1		19.6	49.0	78.5		21
325	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		12.1	38.3	51.1		26
326	QF IC (OCC)		59.9	119.8			26.2	51.2		23
327	QF IC (OCC)	3.0	6.0	12.0		20.0	20.5	22.0		13
328	QF IC (OCC)	35.0	70.0	140.0		28.6	50.9	80.3		26
329	QF IC (OCC)	26.0	52.0	104.0		20.0	45.0	53.0		21
330	QF IC (OCC)	88.0	175.0	351.0		30.0	52.0	68.0		8
331	QF IC (OCC)	30.0	60.0	120.0		49.4	47.8	98.0		30
332	QF IC (OCC)	69.0	118.8	218.6		42.4	40.8	63.6		9
333	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0	318.0	22.5	43.8	93.2	168.4	28
334	QF IC (OCC)	25.0	50.0	100.0		20.4	25.6	66.3		33
335	QF IC (OCC)	60.0	120.0	240.0		35.1	62.8	122.8		26
336	QF IC (OCC)	80.0	140.0	200.0		84.5	105.8	179.2		38
337	QF IC (OCC)	60.0	125.0	250.0		61.4	90.8	172.2		31
338	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		32.4	48.6	74.6		31
339	QF IC (OCC)	38.0	76.0	152.0		38.0	72.0	80.0		18
340	QF IC (OCC)	70.0	140.0	280.0		31.7	77.7	124.8		23
341	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		36.6	58.4	102.5		29
342	QF IC (OCC)		99.9	199.7			65.8	83.0		10
343	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		32.3	72.5	102.0		29
344	QF IC (OCC)	39.0		159.0		38.5		157.6		45
345	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		51.0	69.3	126.0		32
346	QF IC (OCC)	49.0	79.0	139.0		55.7	81.3	105.6		28
347	QF IC (OCC)		99.9	199.7			65.8	83.0		10
348	QF IC (OCC)	75.0	100.0	135.0		68.6	83.3	91.9		21
349	QF IC (OCC)	54.0	89.0	159.0		57.8	65.6	162.5		46
350	QF IC (OCC)	69.0	119.0	219.0		50.9	85.0	153.2		34
351	QF IC (OCC)	30.0	60.0	100.0		73.4	89.5	113.3		30
352	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		46.3	64.8	121.3		27
353	QF IC (OCC)	41.0	82.0	164.0		40.0	100.0	120.0		31
354	QF IC (OCC)	50.0	100.0	200.0		55.0	78.4	139.4		30
355	QF IC (OCC)	84.0	144.0	269.0		54.1	100.9	148.2		26
356	QF IC (OCC)	40.0	80.0	160.0		56.9	81.8	120.8		28
357	QF IC (OCC)	79.0	134.0	249.0		66.8	105.5	189.3		36
358	QF IC (OCC)	39.0	79.0	159.0		54.8	72.9	218.1		55
359	QF IC (OCC)	0.0	125.0	250.0		22.8	69.5	159.8		29
360	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		41.7	91.6	147.8		25
361	QF IC (OCC)	80.0	160.0	320.0		70.7	103.1	201.4		29
362	QF IC (OCC)	62.2	124.5	239.0		83.1	138.6	158.4		22
363	QF IC (OCC)	50.0	75.0	100.0	100.0	55.9	79.3	154.2	93.2	54
364	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		60.0	105.0	180.0		23
365	QF IC (OCC)	110.0	220.0	440.0		82.9	131.5	244.9		26
366	QF IC (OCC)	70.0	100.0	140.0		70.0	89.0	89.0		14
367	QF IC (OCC)	92.0	185.0	370.0		62.0	112.0	190.0		24
368	QF IC (OCC)		100.0	200.0			109.0	142.0		18
369	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		56.2	91.9	132.0		22
370	QF IC (OCC)	100.0	125.0	150.0		90.5	98.9	101.2		12
371	QF IC (OCC)	109.0	218.0	436.0		75.0	110.0	210.0		23
372	QF IC (OCC)	94.0	169.0	319.0		84.5	141.8	198.4		26

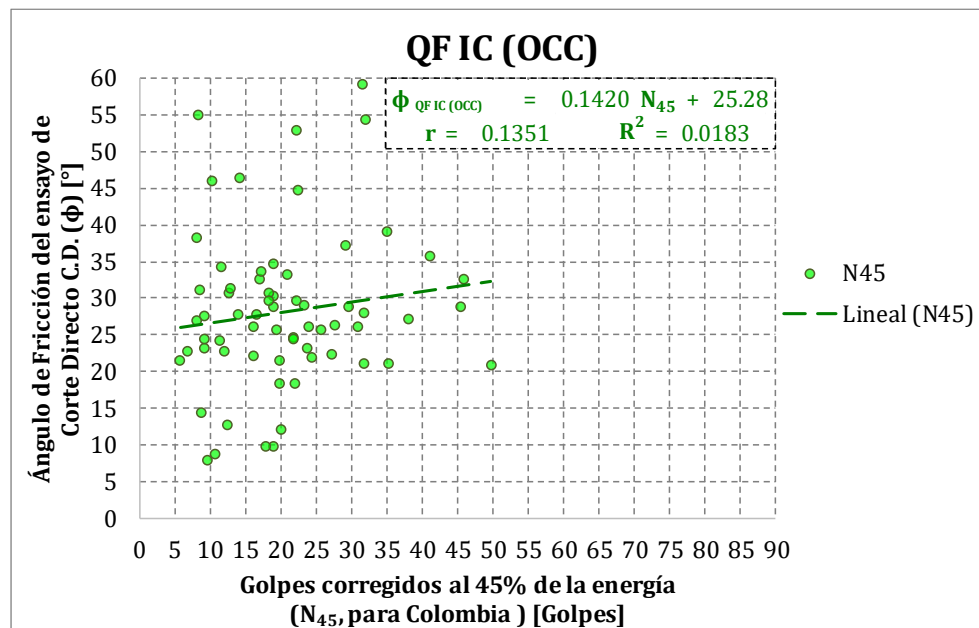
DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
373	QF IC (OCC)	140.0	280.0	560.0		130.5	179.7	379.9		31
374	QF IC (OCC)	3.5	7.0	14.0		17.0	25.0	35.0		59
375	QF IC (OCC)	119.0	219.0	338.0		95.3	134.8	237.8		33
376	QF IC (OCC)	109.0	199.0	378.0		80.6	169.5	230.9		28
377	QF IC (OCC)	79.0	159.0	318.0		65.0	80.2	169.7		24
378	QF IC (OCC)	170.0	340.0	680.0		93.8	209.6	309.9		22
379	QF IC (OCC)	120.0	241.0	481.0		110.0	150.0	250.0		21
380	QF IC (OCC)	140.0	170.0	200.0		105.0	123.6	135.9		27
381	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		86.6	107.5	235.0		35
382	QF IC (OCC)	162.0	324.0	648.0		100.0	180.0	320.0		24
383	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		94.4	132.8	271.8		39
384	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		60.2	104.5	153.3		22
385	QF IC (OCC)	59.0	119.0	239.0		55.4	107.1	239.7		46
386	QF IC (OCC)	94.0	169.0	318.0		61.8	103.8	209.5		34
387	QF IC (OCC)	74.0	149.0	298.0		86.1	182.2	263.5		37
388	QF IC (Oriental)	298.7	448.1	597.4		155.4	215.4	362.3		35
389	QF IC (Oriental)	99.6	199.1	398.3		45.1	92.0	216.4		30
390	QF IC (Oriental)	23.0	46.0	92.0		30.0	38.0	48.0		14
391	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		29.6	47.2	67.7		32
392	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	200.0		47.3	84.0	117.4		29
393	QF IC (Oriental)	59.0	99.0	179.0		25.3	42.2	106.2		35
394	QF IC (Oriental)	114.5	229.0	460.5		74.5	149.8	288.8		32
395	QF IC (Oriental)	248.9	497.9	746.8		121.5	181.5	377.9		27
396	QF IC (Oriental)	25.0	50.0	75.0		17.9	30.3	37.3		21
397	QF IC (Oriental)	49.0	79.0	139.0		37.6	44.2	46.7		5
398	QF IC (Oriental)	38.9	78.9	158.7		34.7	63.5	120.7		36
399	QF IC (Oriental)	17.0	34.0	68.0		28.0	30.0	51.5		26
400	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		41.8	38.3	87.9		18
401	QF IC (Oriental)	56.0	112.0	224.0		29.0	50.0	93.0		21
402	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		26.5	40.6	77.3		23
403	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		40.3	47.5	92.7		31
404	QF IC (Oriental)	38.0	79.0	159.0		46.1	72.2	139.4		38
405	QF IC (Oriental)	32.0	64.0	128.0		30.0	62.0	85.0		28
406	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		39.9	64.5	140.4		28
407	QF IC (Oriental)	39.0	59.0	99.0		58.9	51.9	78.2		20
408	QF IC (Oriental)	49.9	99.9	199.7		28.4	60.5	98.7		25
409	QF IC (Oriental)	161.8	323.6	477.9		100.3	168.1	215.4		20
410	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		58.5	84.7	114.4		31
411	QF IC (Oriental)	35.0	75.0	150.0		63.2	80.9	116.2		25
412	QF IC (Oriental)	35.0	70.0	150.0		39.7	46.9	95.4		27
413	QF IC (Oriental)	30.0	60.0	120.0		35.8	58.4	97.6		34
414	QF IC (Oriental)	43.0	86.0	173.0		52.0	67.0	90.0		16
415	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		39.9	71.9	118.8		33
416	QF IC (Oriental)	75.0	150.0	300.0		57.6	133.8	200.8		31
417	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		74.2	59.7	110.1		16
418	QF IC (Oriental)	59.0	119.0	239.0		30.8	47.2	119.7		27
419	QF IC (Oriental)	74.0	134.0	249.0		36.2	99.1	160.1		34
420	QF IC (Oriental)	128.0	239.0	455.0		58.5	92.4	163.9		18
421	QF IC (Oriental)	55.0	130.0	140.0		52.4	101.0	82.1		25
422	QF IC (Oriental)	74.0	119.0	239.0		48.7	71.8	107.1		19

DATO**	Material	$\sigma_{N1}$	$\sigma_{N2}$	$\sigma_{N3}$	$\sigma_{N4}$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\phi$
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
423	QF IC (Oriental)	79.0	144.0	269.0		48.9	80.3	203.9		40
424	QF IC (Oriental)	46.0	100.0	150.0		51.0	112.0	79.0		16
425	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	300.0	500.0	46.0	98.3	184.1	371.9	38
426	QF IC (Oriental)	64.0	109.0	199.0		66.9	96.0	163.8		36
427	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		72.8	96.7	124.7		19
428	QF IC (Oriental)	109.0	204.0	388.0		63.7	88.9	176.2		22
429	QF IC (Oriental)	69.0	119.0	219.0		83.4	87.2	94.2		4
430	QF IC (Oriental)	40.0	100.0	200.0		85.4	124.2	183.1		31
431	QF IC (Oriental)		100.0	200.0			112.1	165.2		28
432	QF IC (Oriental)	74.0	148.0	296.0		43.0	75.0	129.0		21
433	QF IC (Oriental)	89.0	159.0	298.0		68.6	119.1	152.9		21
434	QF IC (Oriental)	40.0	75.0	150.0		72.3	81.0	99.1		14
435	QF IC (Oriental)		79.0	159.0			61.3	129.8		41
436	QF IC (Oriental)	199.1	398.3	597.4		126.0	252.7	378.3		32
437	QF IC (Oriental)	39.0	79.0	159.0		48.7	66.0	124.2		33
438	QF IC (Oriental)	104.0	194.0	368.0		39.4	94.5	138.3		20
439	QF IC (Oriental)	94.0	169.0	318.0		72.7	97.9	179.1		26
440	QF IC (Oriental)	248.9	398.3	547.6		134.5	194.5	244.1		20
441	QF IC (Oriental)	100.0	200.0	400.0		101.3	135.9	212.7		20
442	QF IC (Oriental)	60.0	122.0	245.0		33.6	52.2	133.5		29
443	QF IC (Oriental)	70.0	120.0	170.0		93.1	118.0	135.5		23
444	QF IC (Oriental)	62.5	125.0	250.0		79.6	183.4	186.7		26
445	QF IC (Oriental)	131.0	262.0	524.0		70.0	140.0	200.0		18
446	QF IC (Oriental)	59.0		239.0		65.0		185.5		34
447	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		53.9	91.9	181.8		30
448	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		80.6	126.9	198.4		27
449	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		71.3	132.3	149.0		17
450	QF IC (Oriental)	134.0	251.0			71.3	142.2			31
451	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		40.3	72.5	153.5		27
452	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		75.8	133.1	243.9		37
453	QF IC (Oriental)	97.0	196.0	393.0		56.1	78.0	163.0		20
454	QF IC (Oriental)	100.0	150.0	250.0		115.5	150.0	220.7		35
455	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		114.5	167.0	282.7		29
456	QF IC (Oriental)	89.0	179.0	358.0		64.3	94.7	225.1		32
457	QF IC (Oriental)		149.0	298.0			156.5	240.5		29
458	QF IC (Oriental)	110.0	221.0	442.0		73.3	104.1	207.2		22
459	QF IC (Oriental)	74.0	149.0	298.0		77.2	145.5	256.6		38
460	QF IC (Oriental)	99.0	199.0	398.0		72.1	165.7	366.9		45

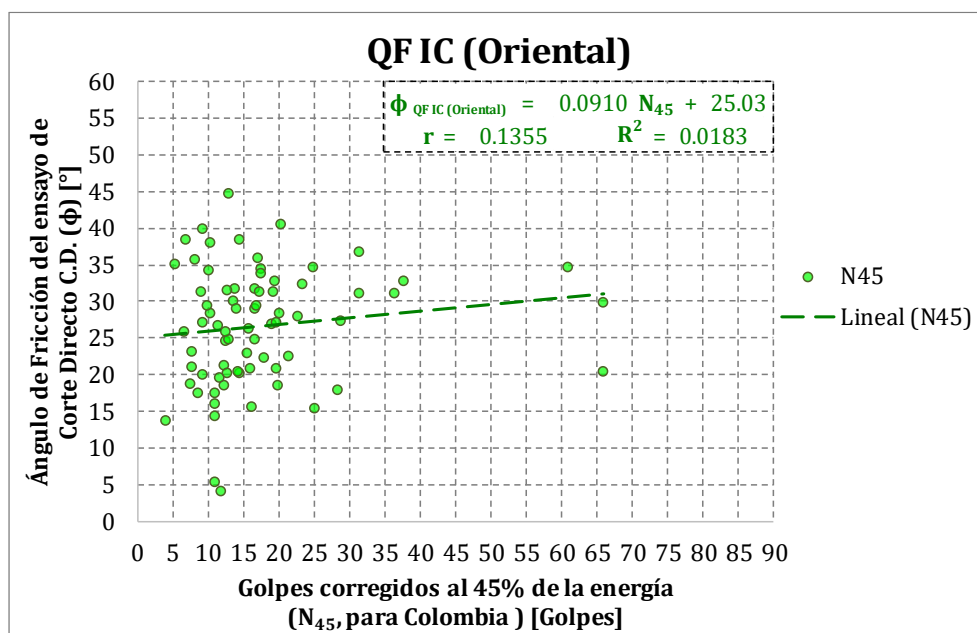
## Depósitos de flujo meteorizados



**Gráfico 8-1. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Suelo residual de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

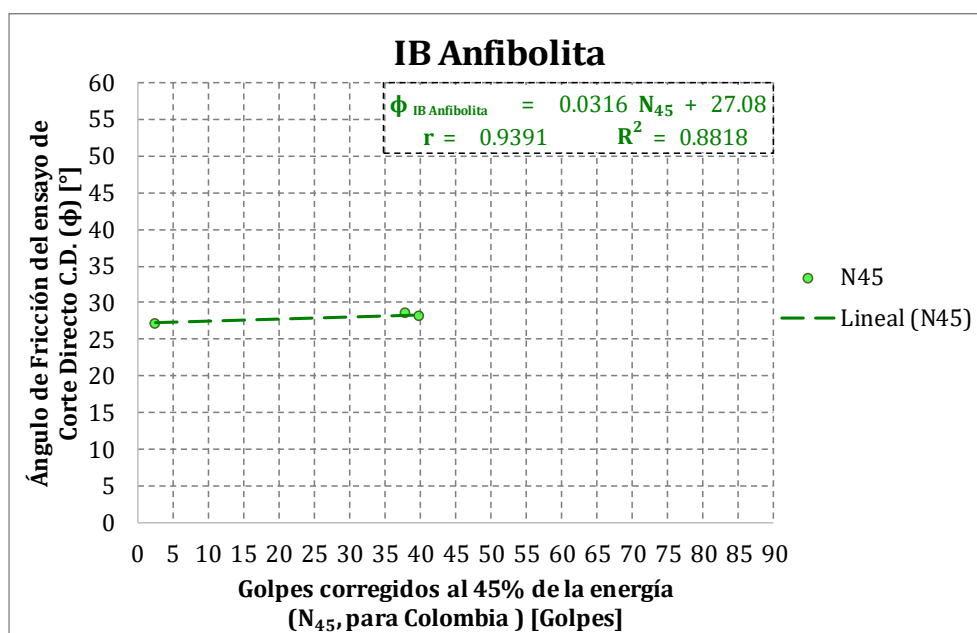


**Gráfico 8-2. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

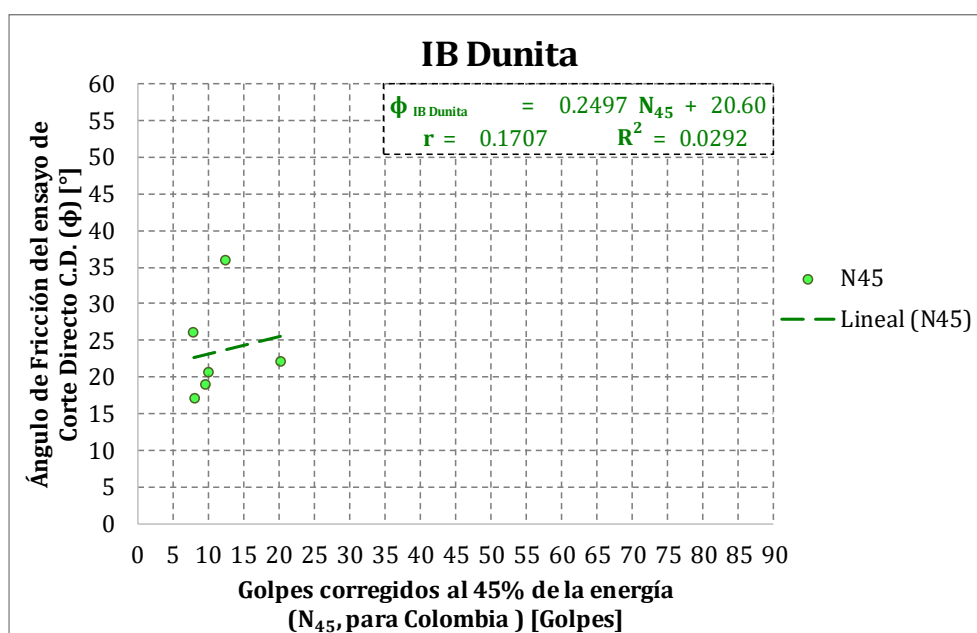


**Gráfico 8-3. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito de depósito de flujo. Ladera Oriental del Valle de Aburrá.**

## Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971)

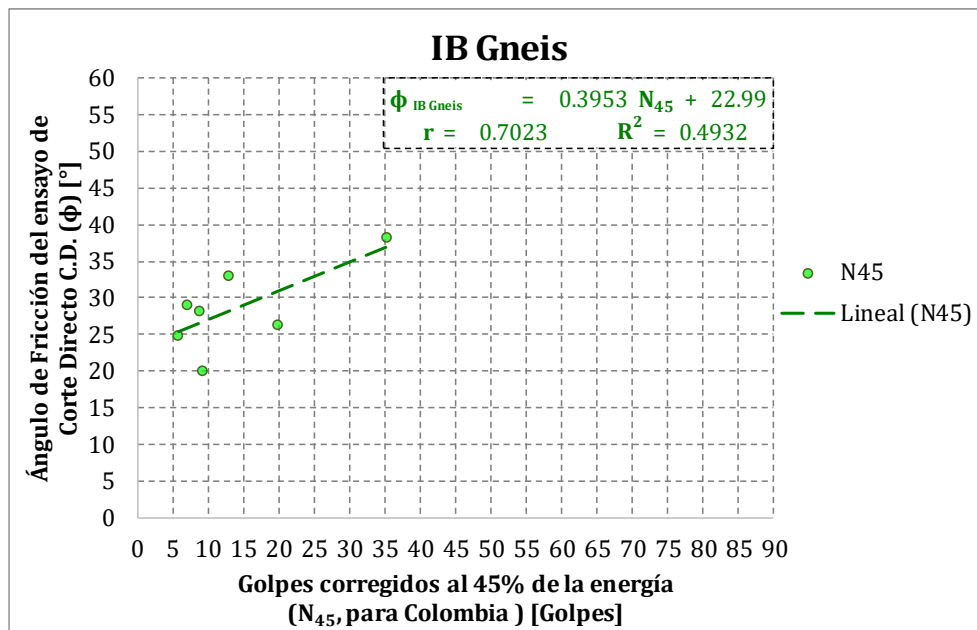


**Gráfico 8-4. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Suelo residual (IB) de Anfibolita.**

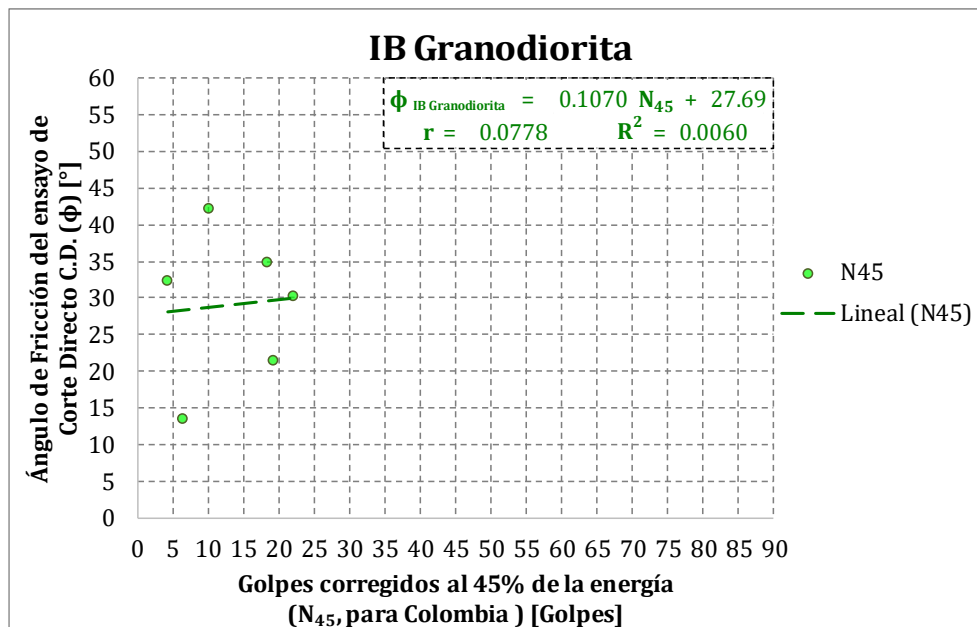


**Gráfico 8-5. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Suelo residual (IB) de Dunita.**



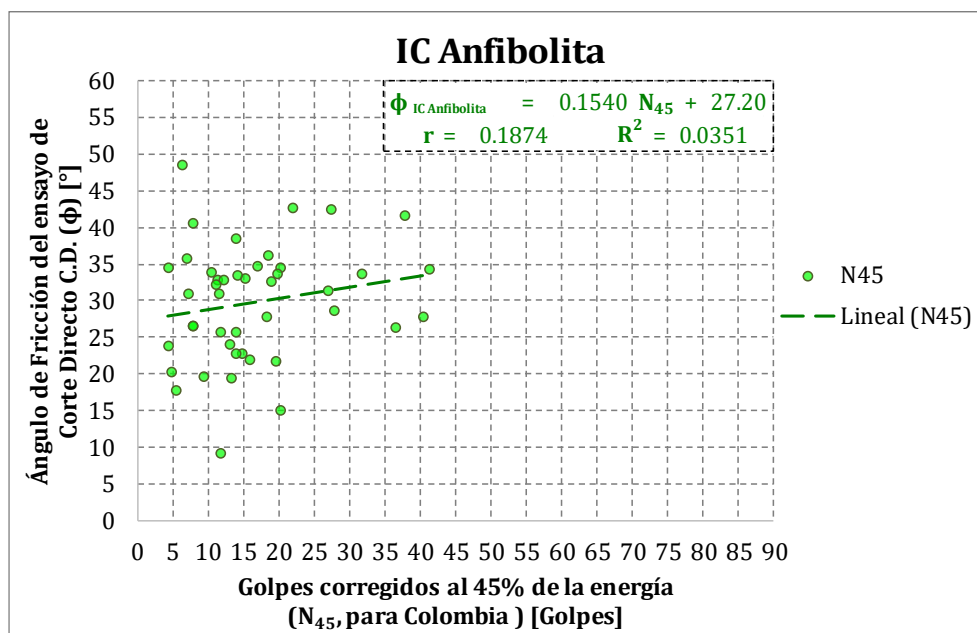
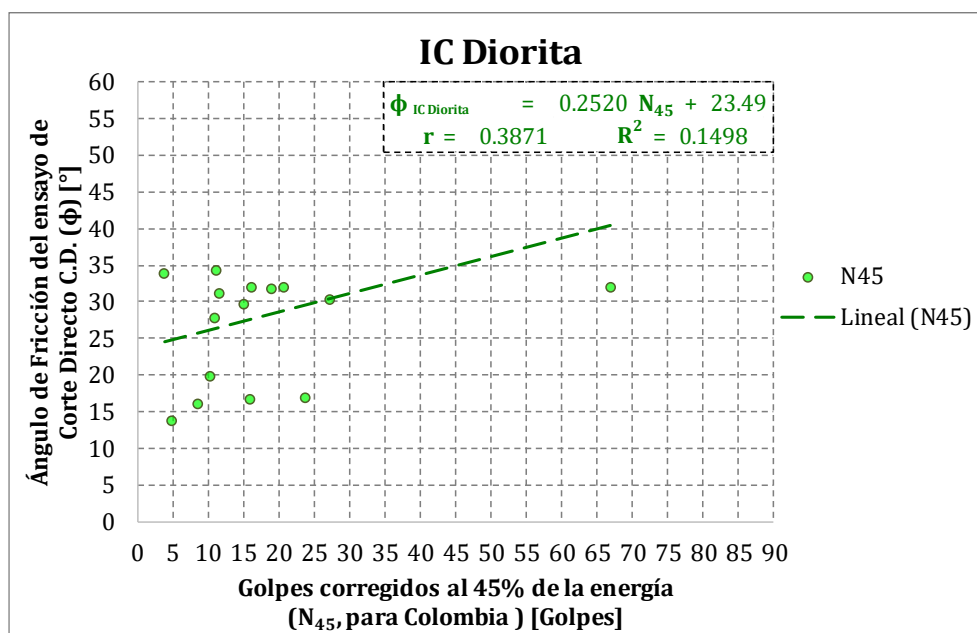


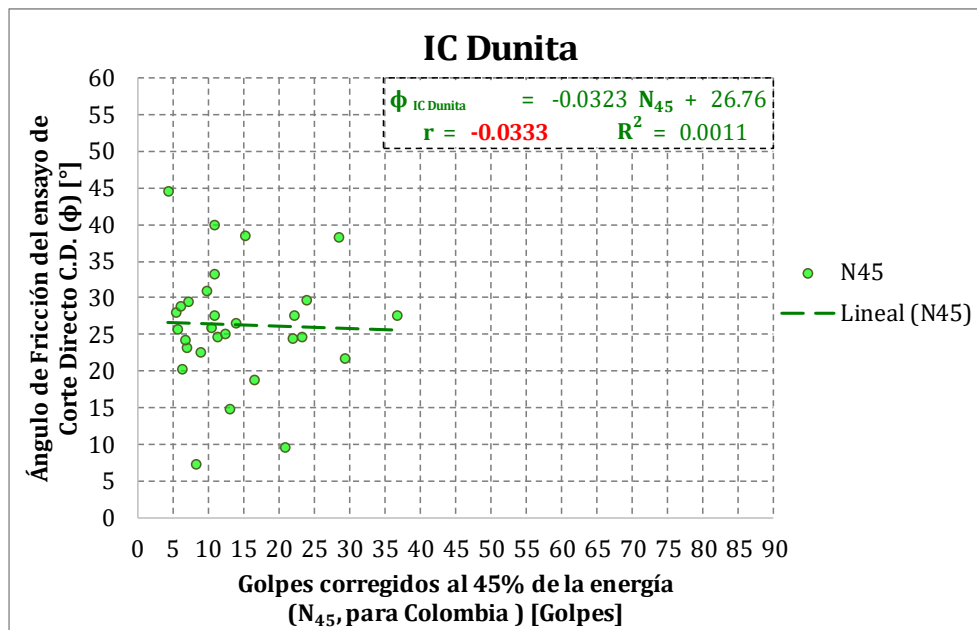
**Gráfico 8-6. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Suelo residual (IB) de Gneis.**



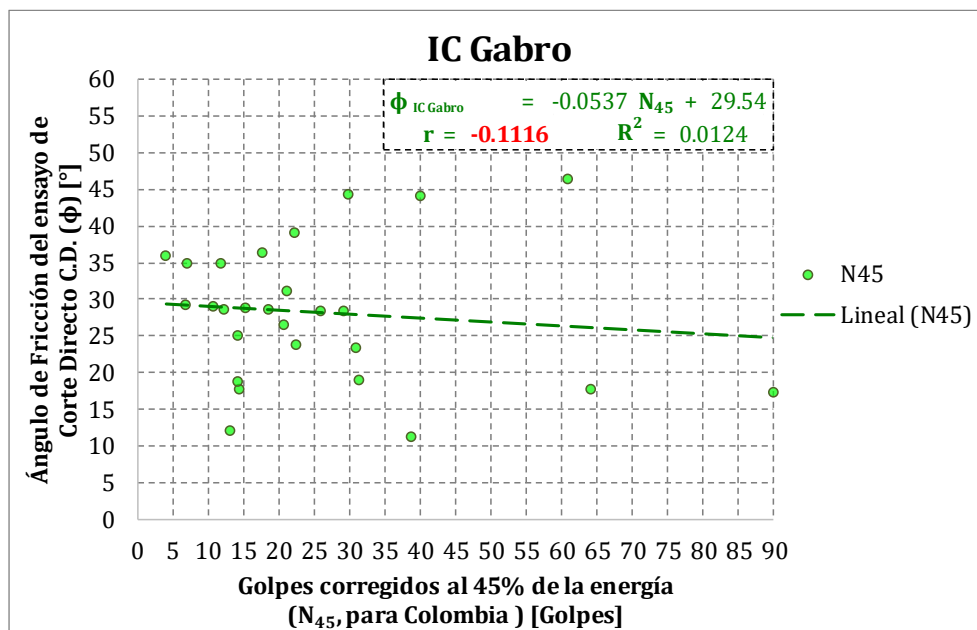
**Gráfico 8-7. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Suelo residual (IB) de Granodiorita.**

## Saprolitos según (Deere &amp; Patton, 1971)

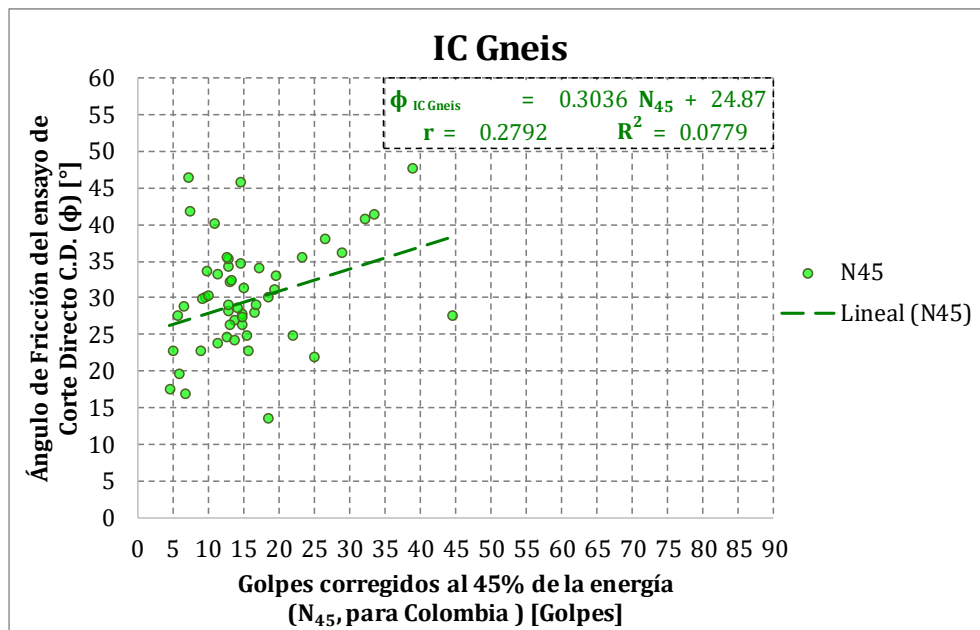
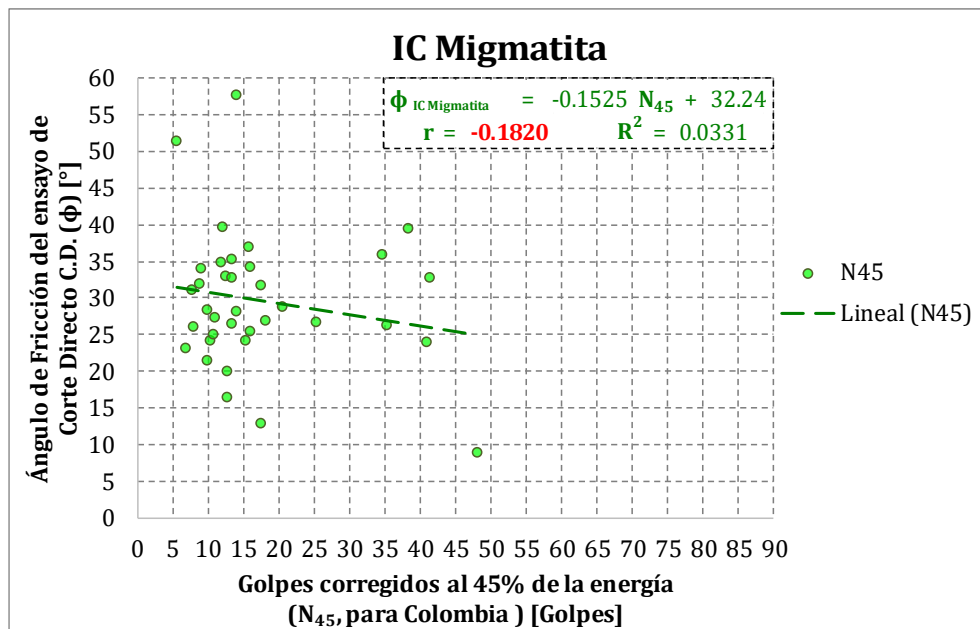
**Gráfico 8-8. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Anfibolita.****Gráfico 8-9. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Diorita.**



**Gráfico 8-10. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Dunita.**

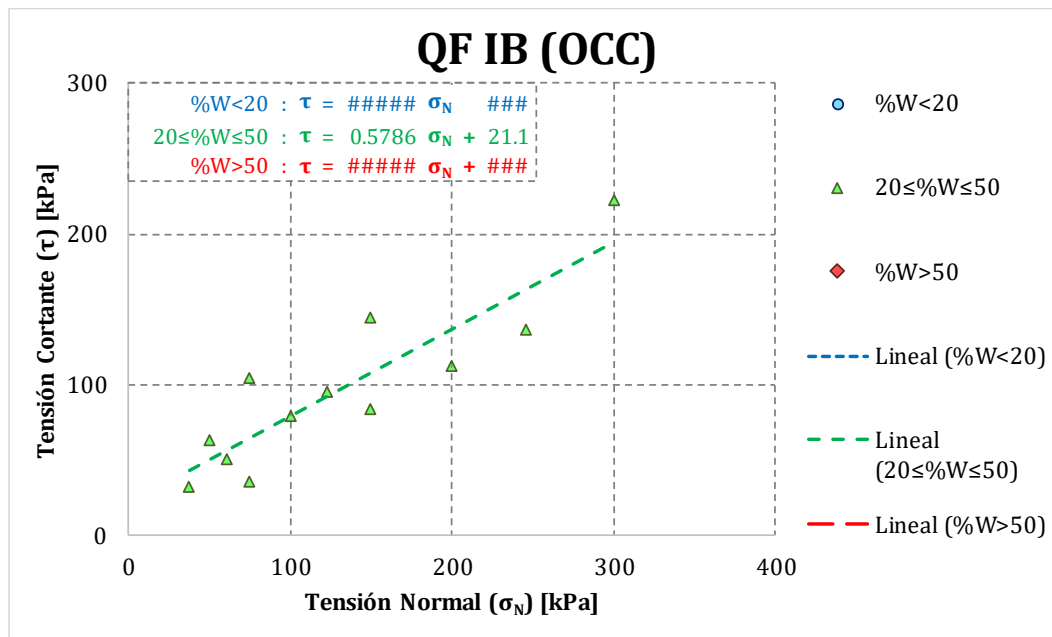


**Gráfico 8-11. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Gabro.**

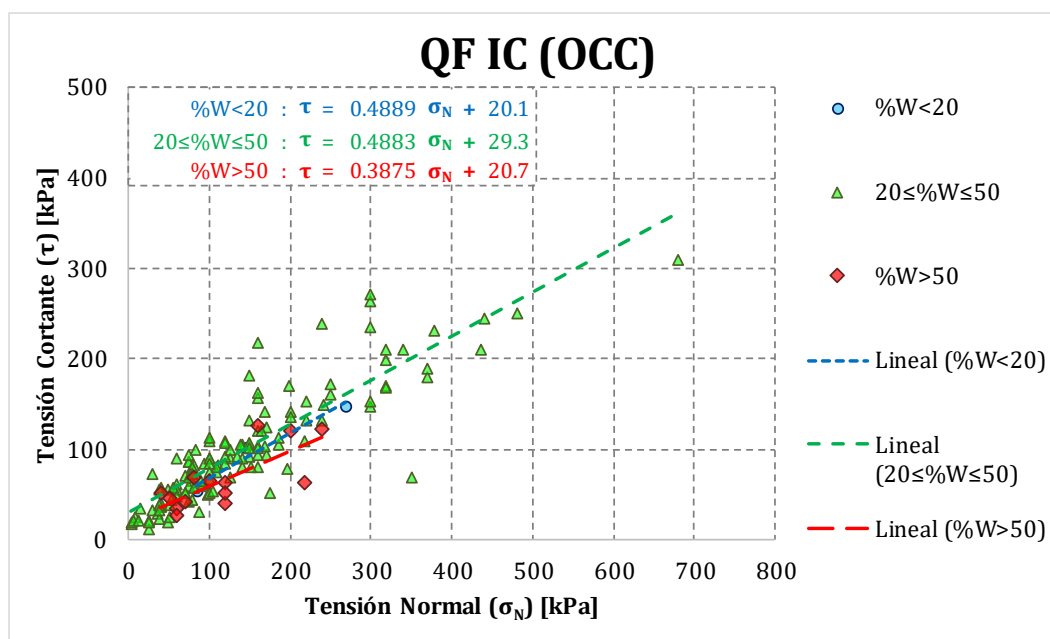
Gráfico 8-12. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Gneis.Gráfico 8-13. Dispersión  $\phi$  vs  $N_{45}$ . Saprolito (IC) de Migmatita.

## D. APÉNDICE D. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON HUMEDAD NATURAL (%W)

### Depósitos de flujo meteorizados

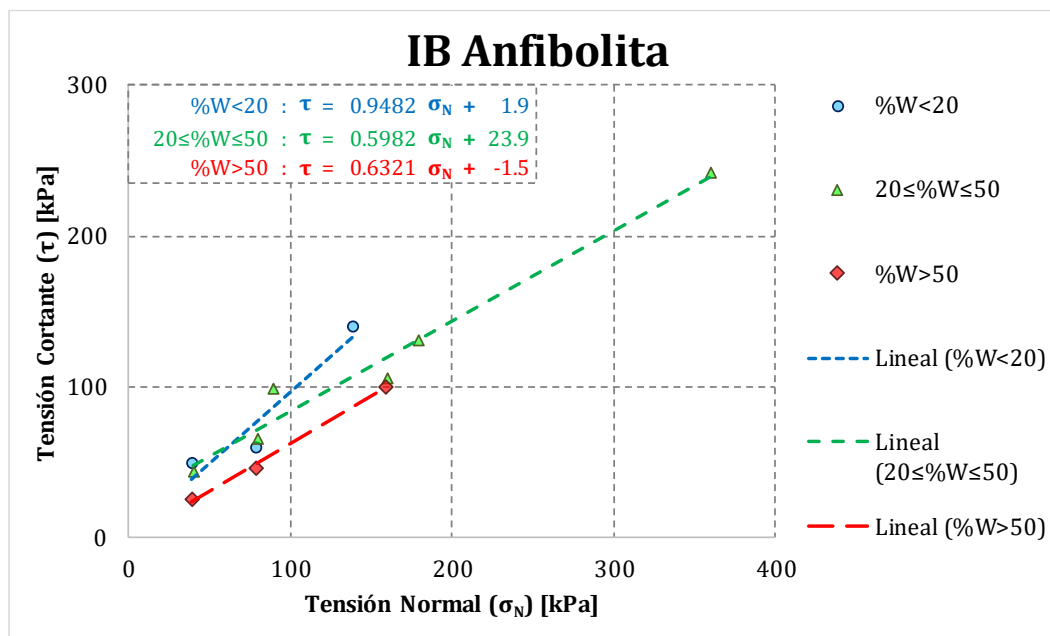


**Gráfico 8-14. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural (%W). Suelo residual de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

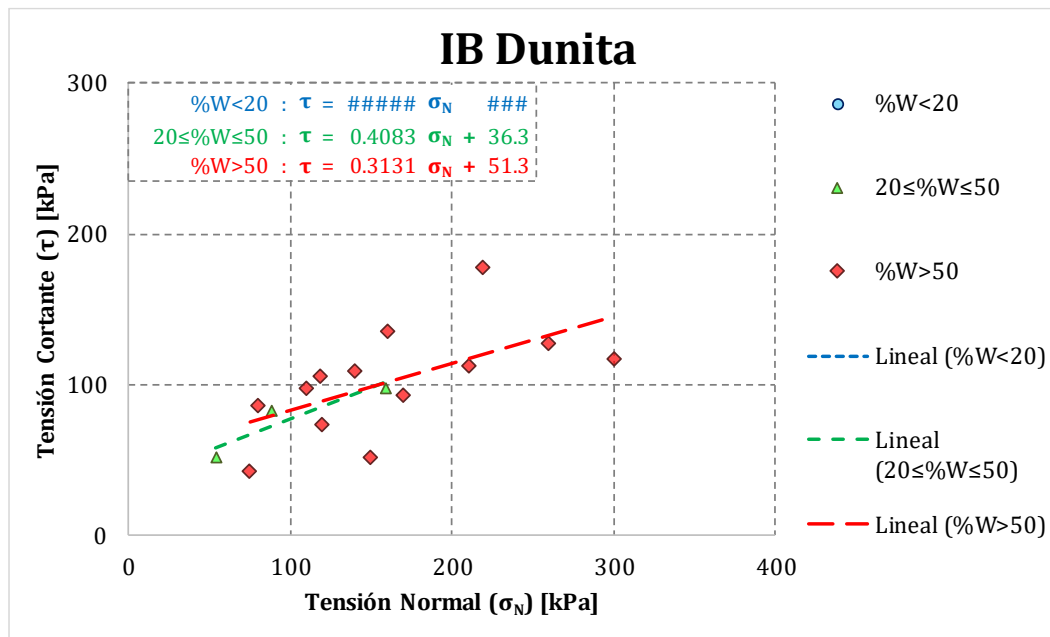


**Gráfico 8-15. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

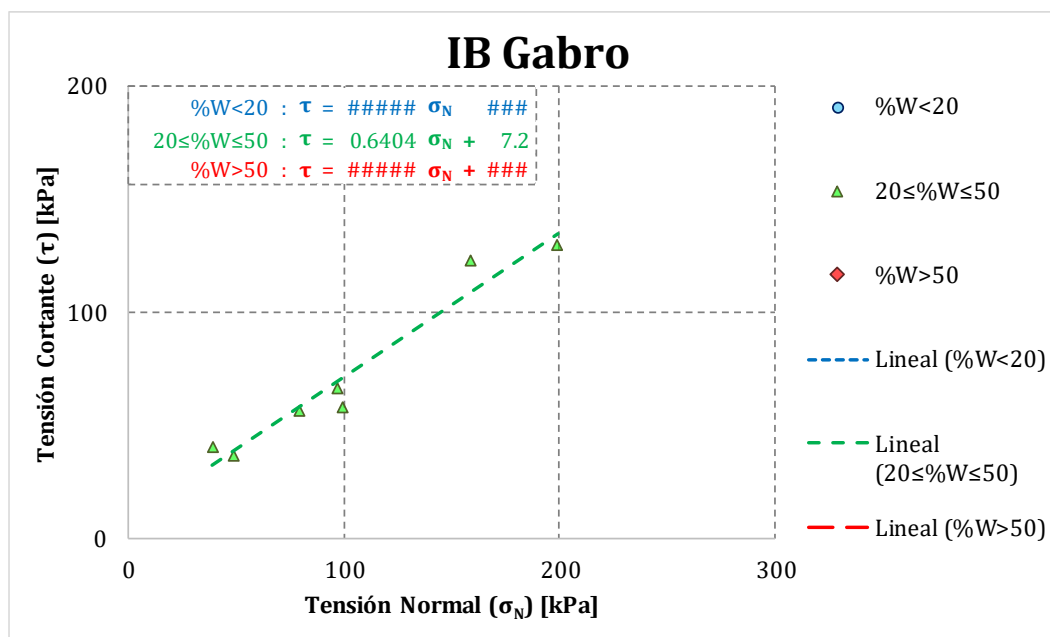
### Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971)



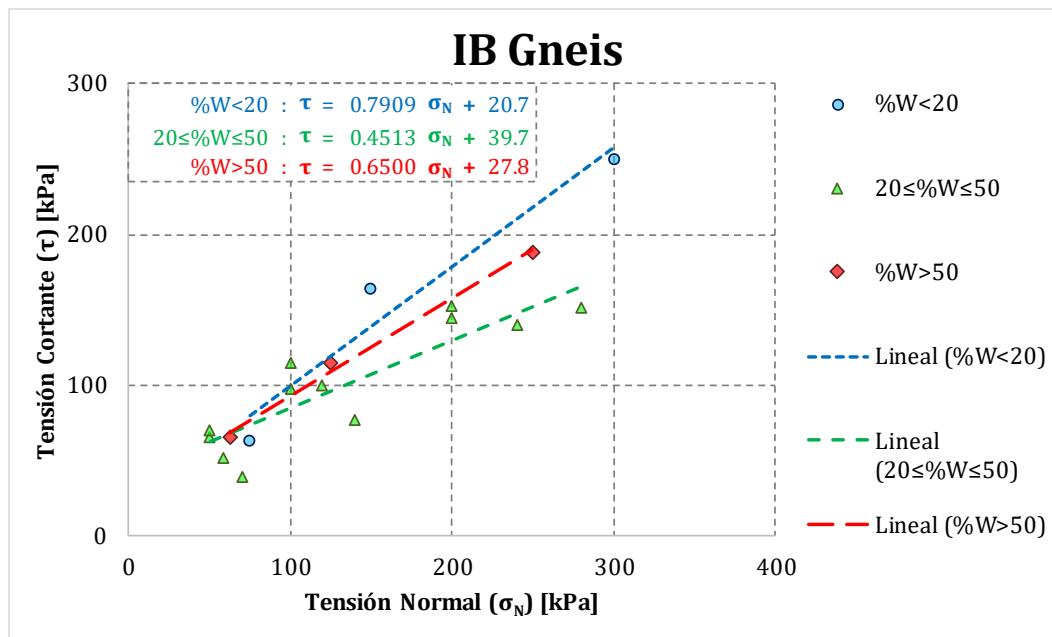
**Gráfico 8-16. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Suelo residual (IB) de Anfibolita.**



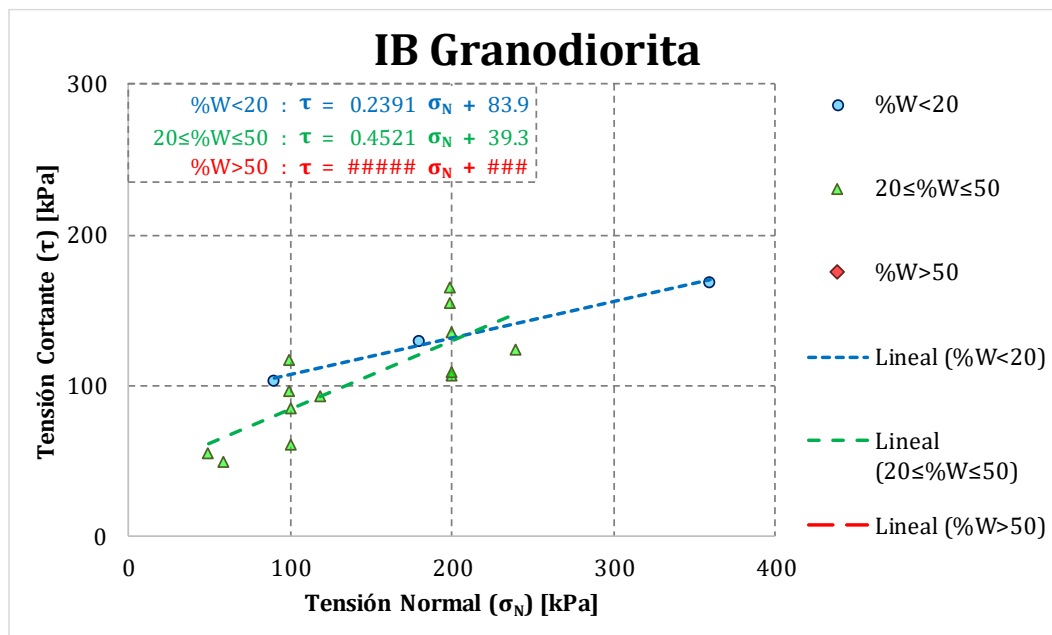
**Gráfico 8-17. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Suelo residual (IB) de Dunita.**



**Gráfico 8-18. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Suelo residual (IB) de Gabro.**

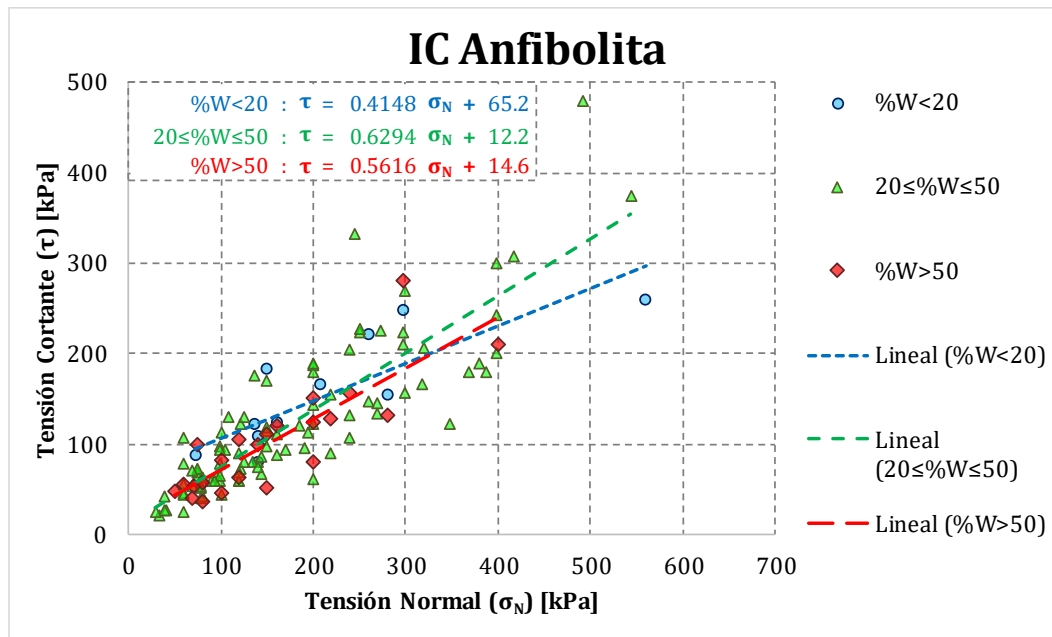


**Gráfico 8-19. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Suelo residual (IB) de Gneis.**

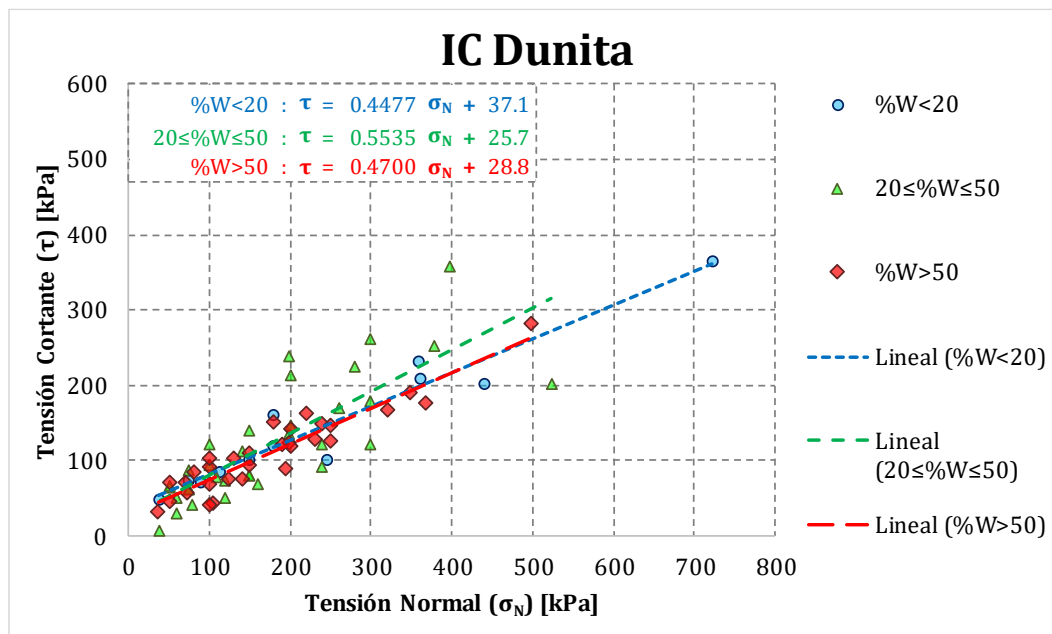


**Gráfico 8-20. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Suelo residual (IB) de Granodiorita.**

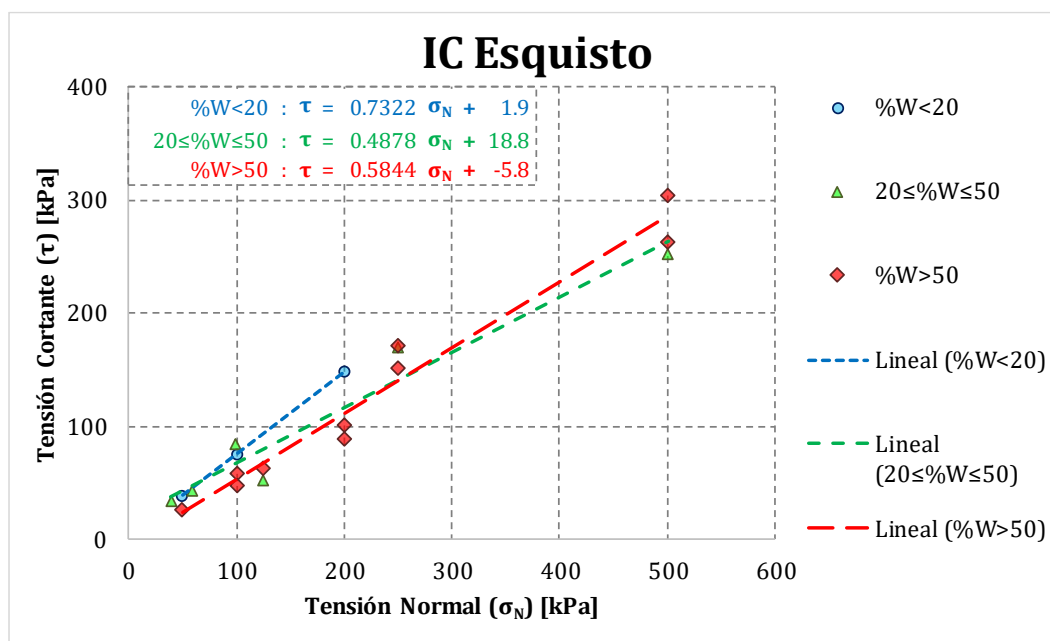


**Saprolitos según (Deere & Patton, 1971)**

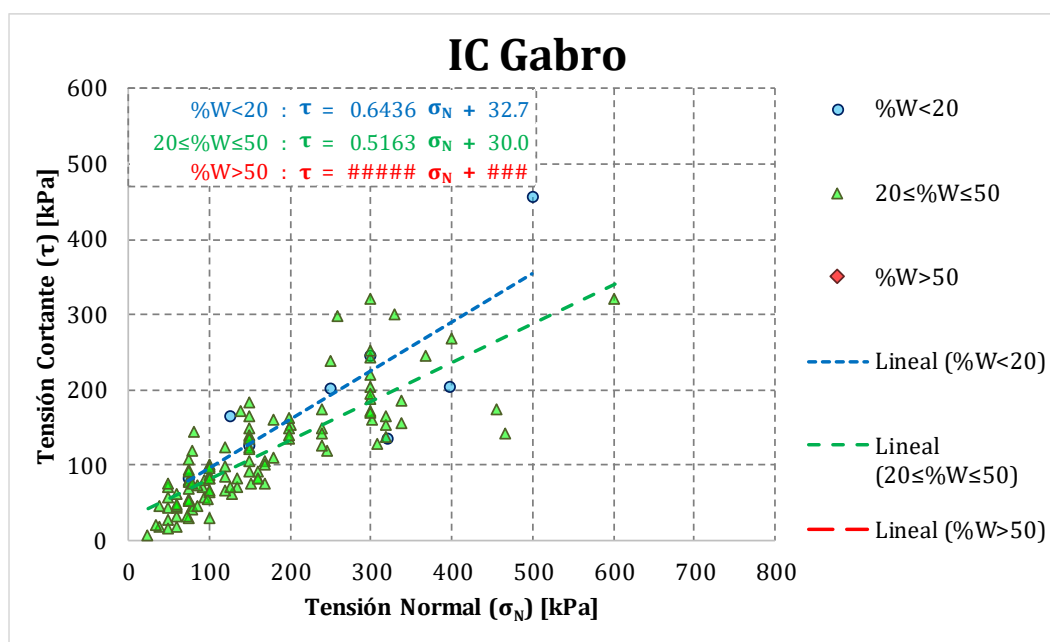
**Gráfico 8-21. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito (IC) de Anfibolita.**



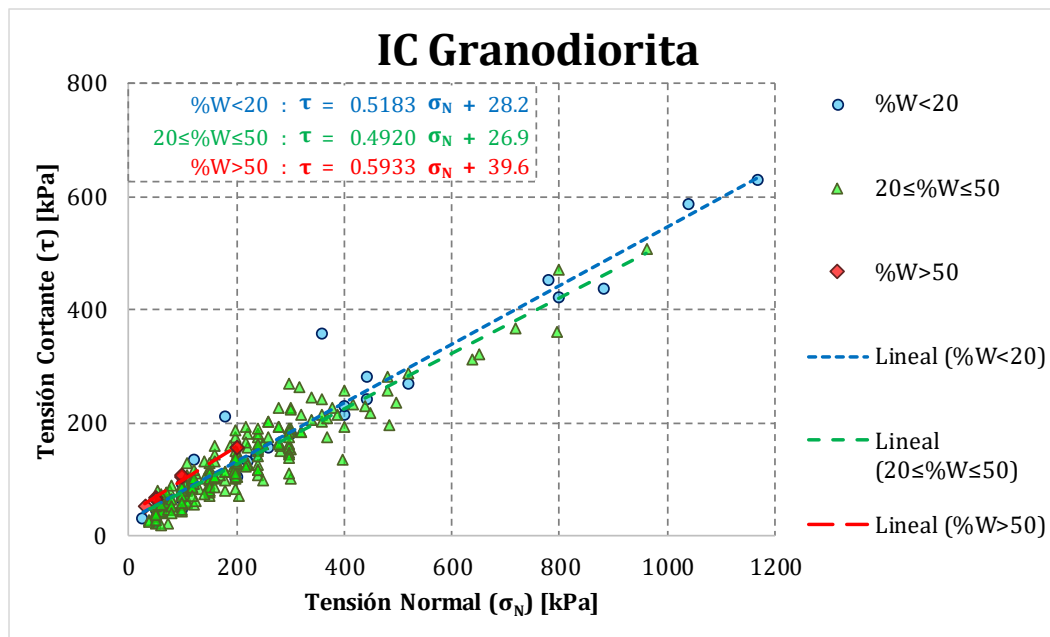
**Gráfico 8-22. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito (IC) de Dunita.**



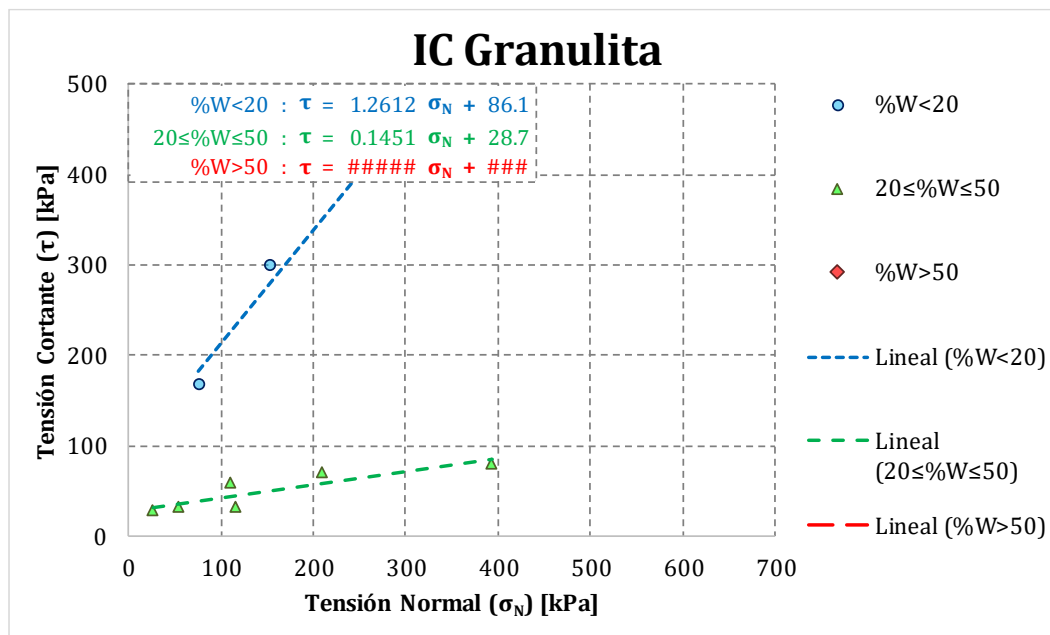
**Gráfico 8-23. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Sapolito (IC) de Esquisto.**



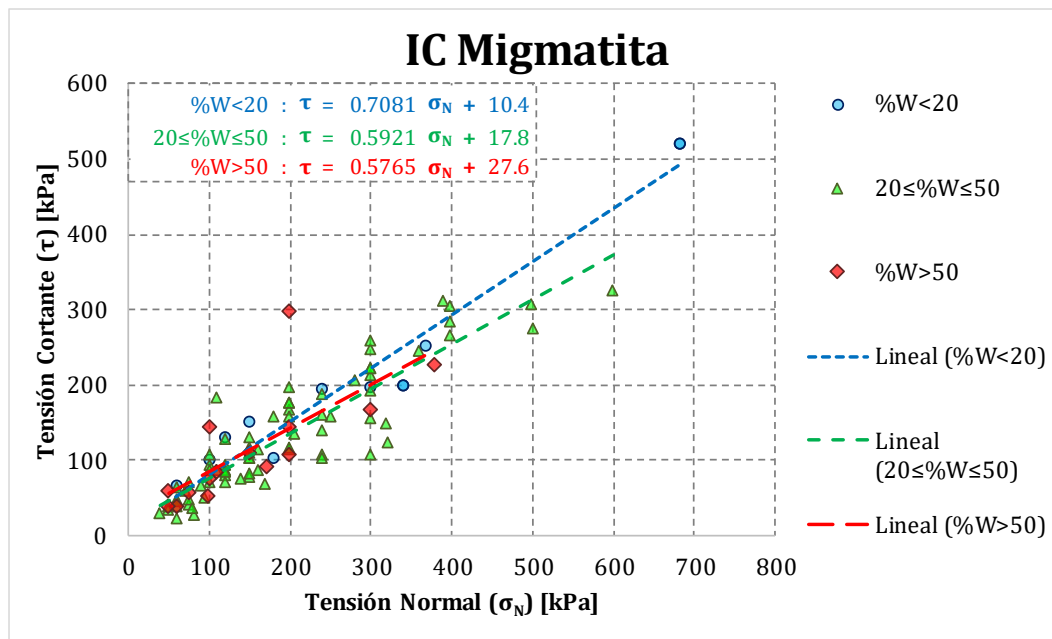
**Gráfico 8-24. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Sapolito (IC) de Gabro.**



**Gráfico 8-25. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito (IC) de Granodiorita.**



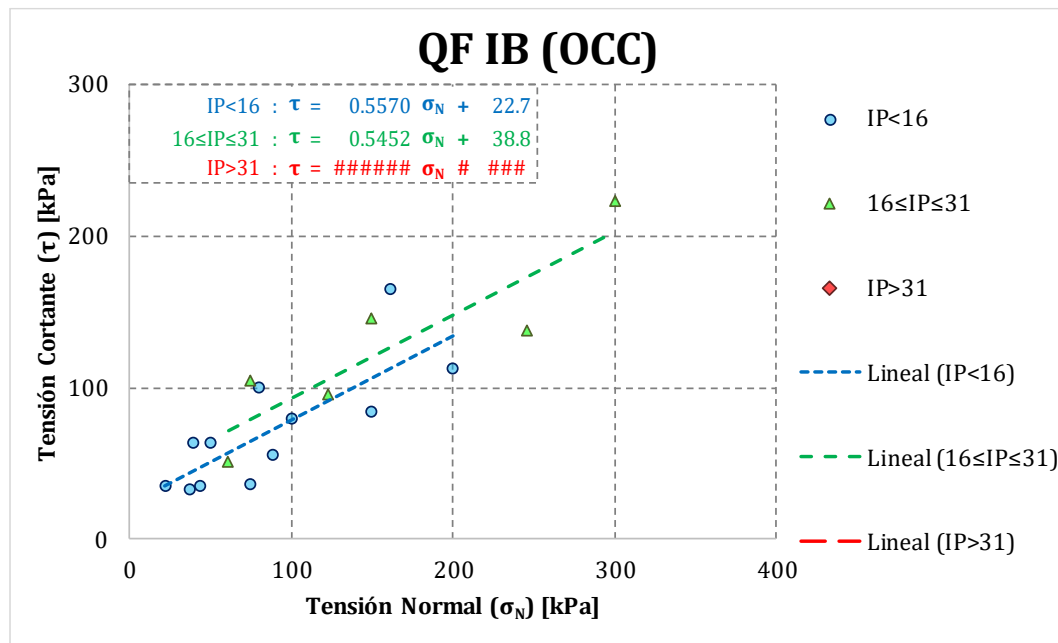
**Gráfico 8-26. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito (IC) de Granulita.**



**Gráfico 8-27. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la humedad natural ( $\%W$ ). Saprolito (IC) de Migmatita.**

## E. APÉNDICE E. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)

### Depósitos de flujo meteorizados



**Gráfico 8-28. Suelo residual de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá. Índice de Plasticidad (IP).**

## Suelos residuales según (Deere &amp; Patton, 1971)

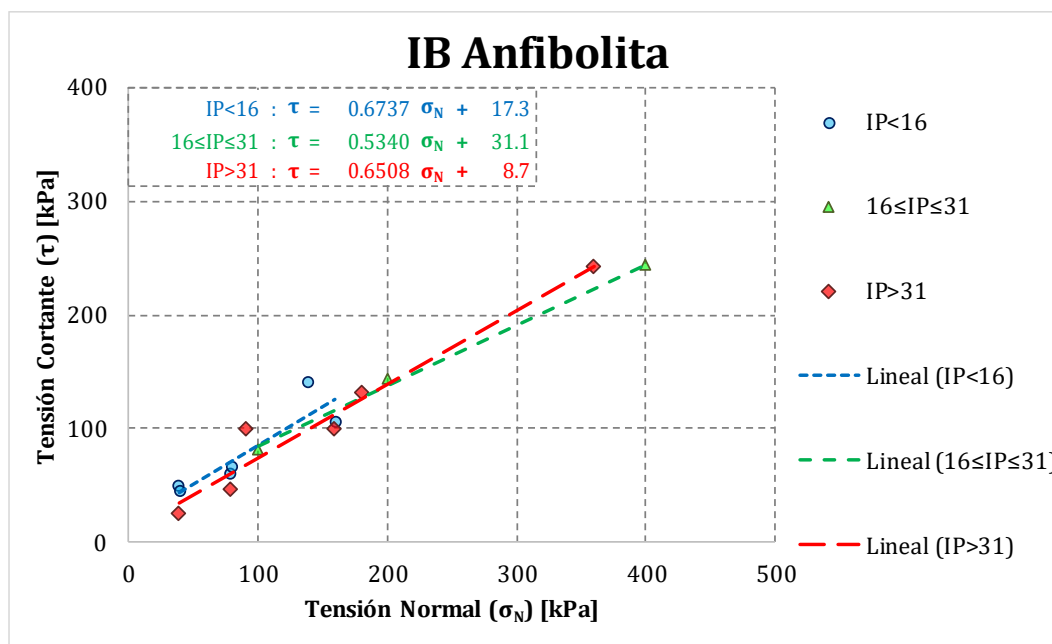


Gráfico 8-29. Suelo residual (IB) de Anfibolita. Índice de Plasticidad (IP).

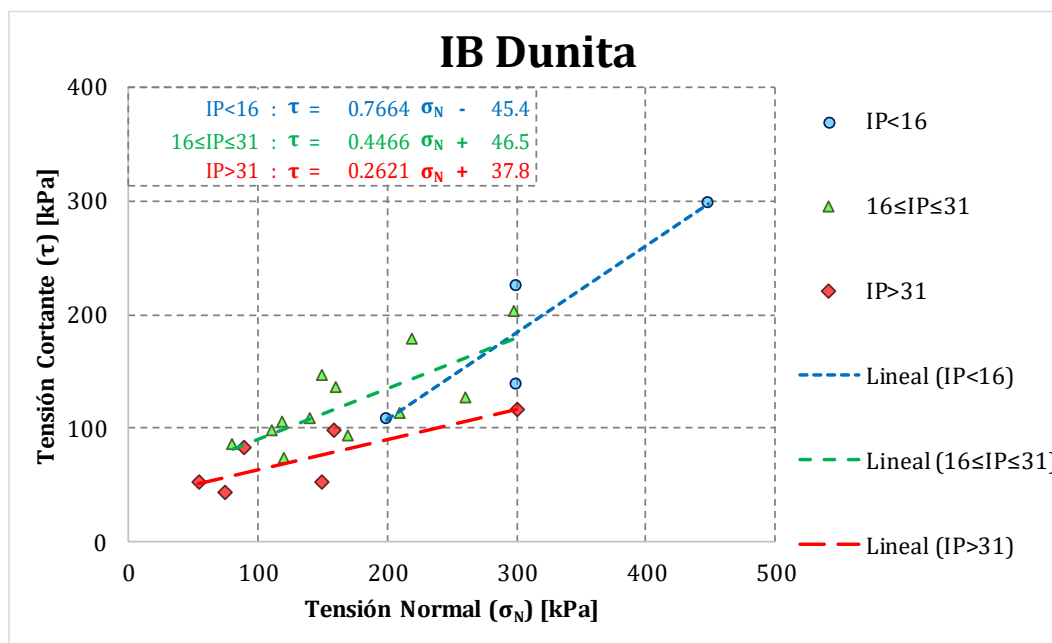
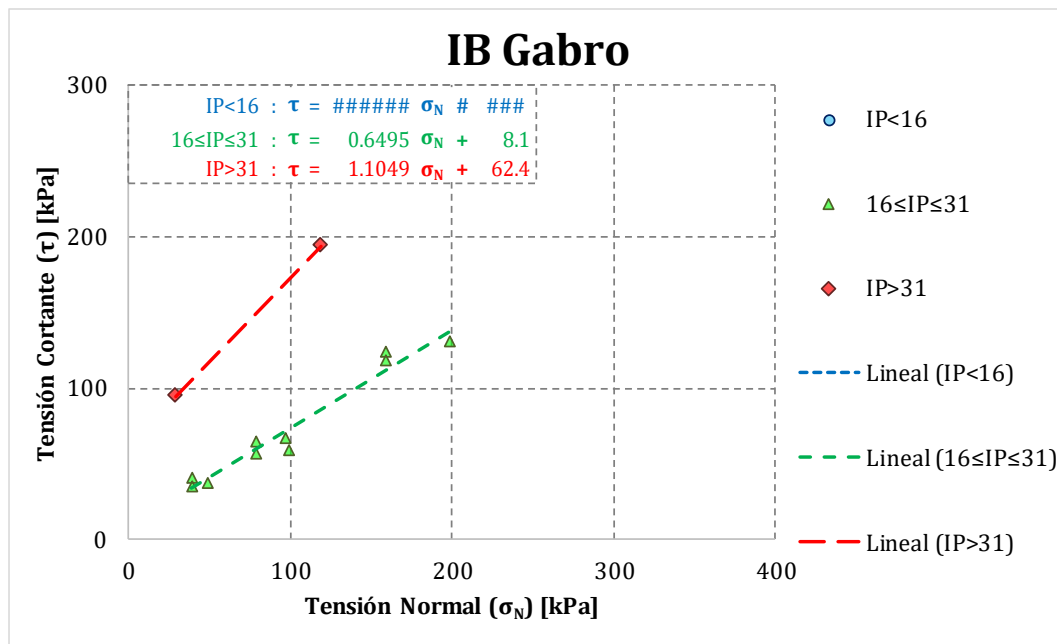
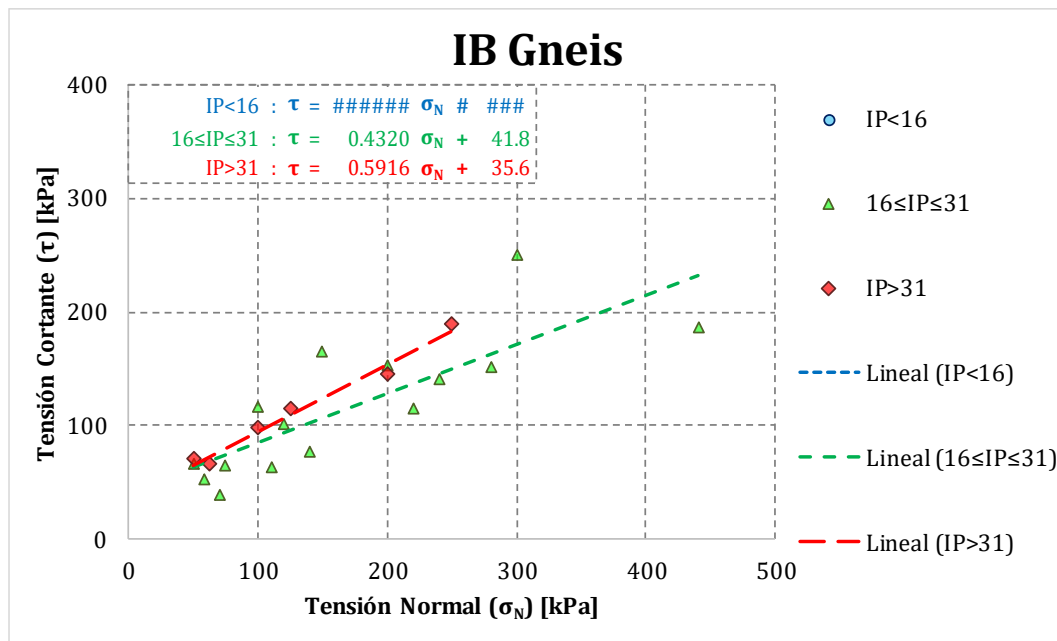


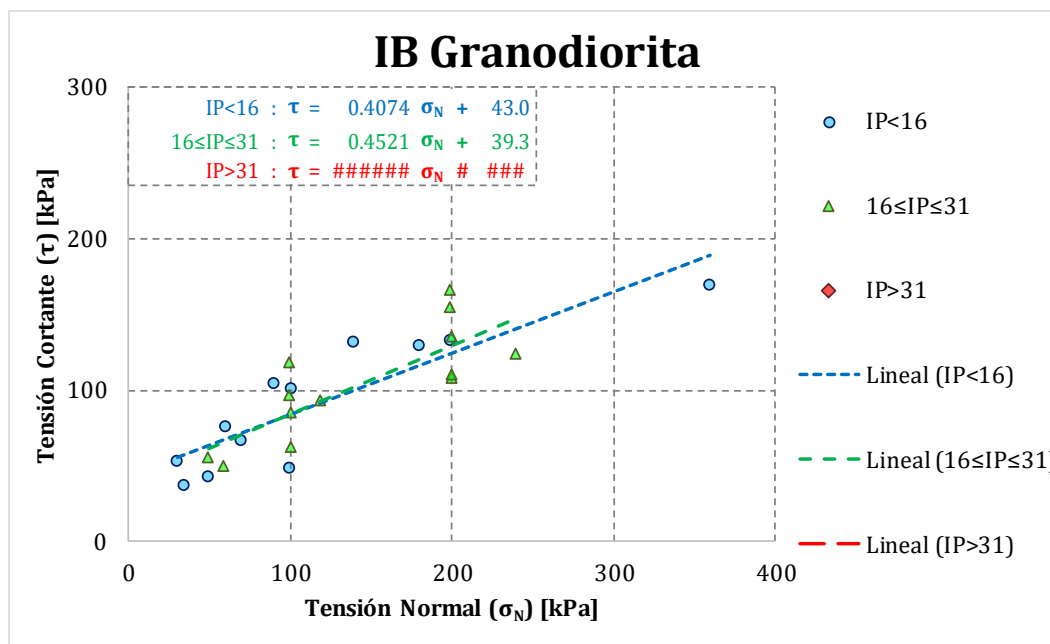
Gráfico 8-30. Suelo residual (IB) de Dunita. Índice de Plasticidad (IP).



**Gráfico 8-31. Suelo residual (IB) de Gabro. Índice de Plasticidad (IP).**

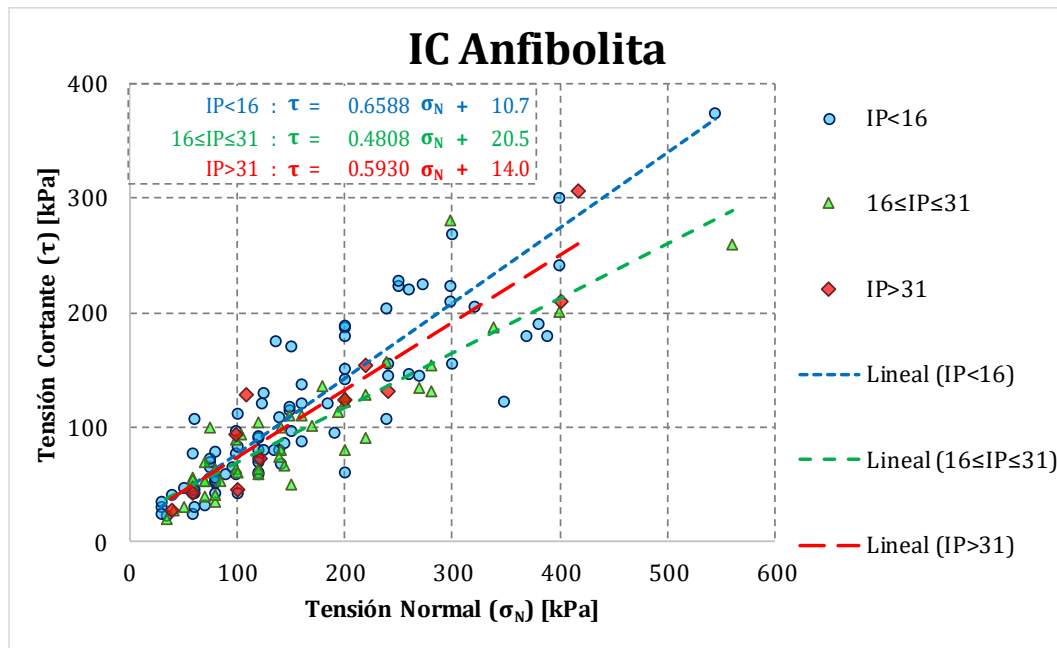
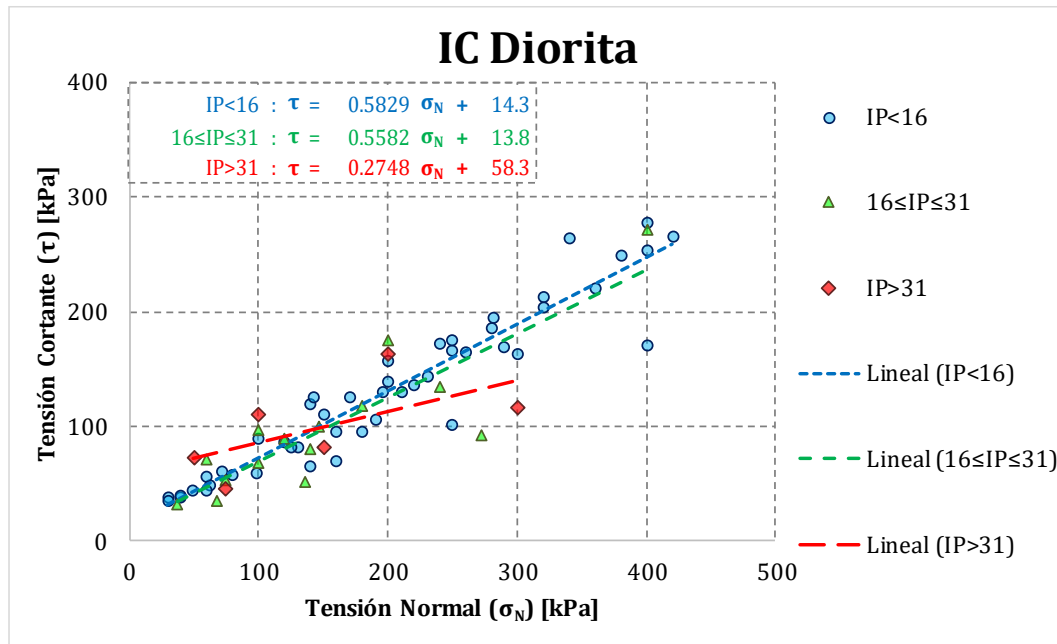


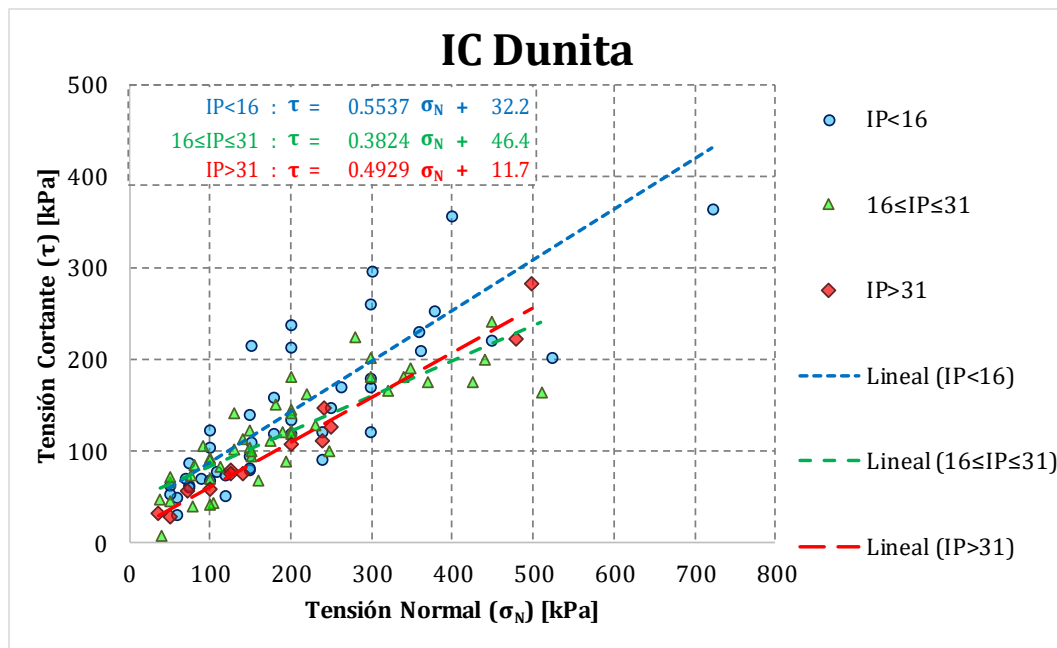
**Gráfico 8-32. Suelo residual (IB) de Gneis. Índice de Plasticidad (IP).**



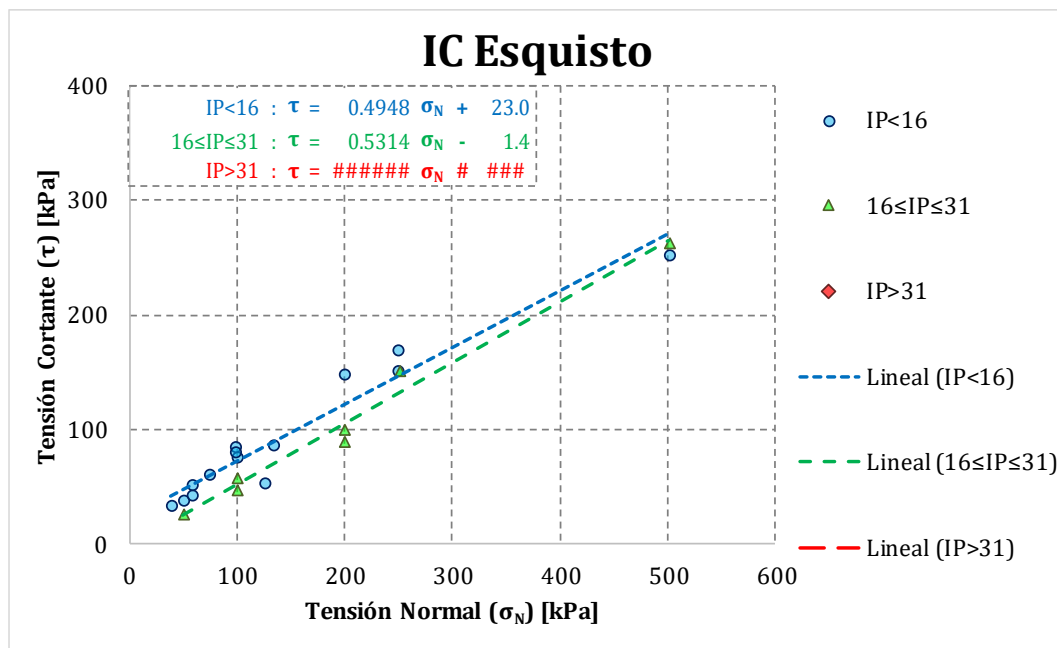
**Gráfico 8-33. Suelo residual (IB) de Granodiorita. Índice de Plasticidad (IP).**



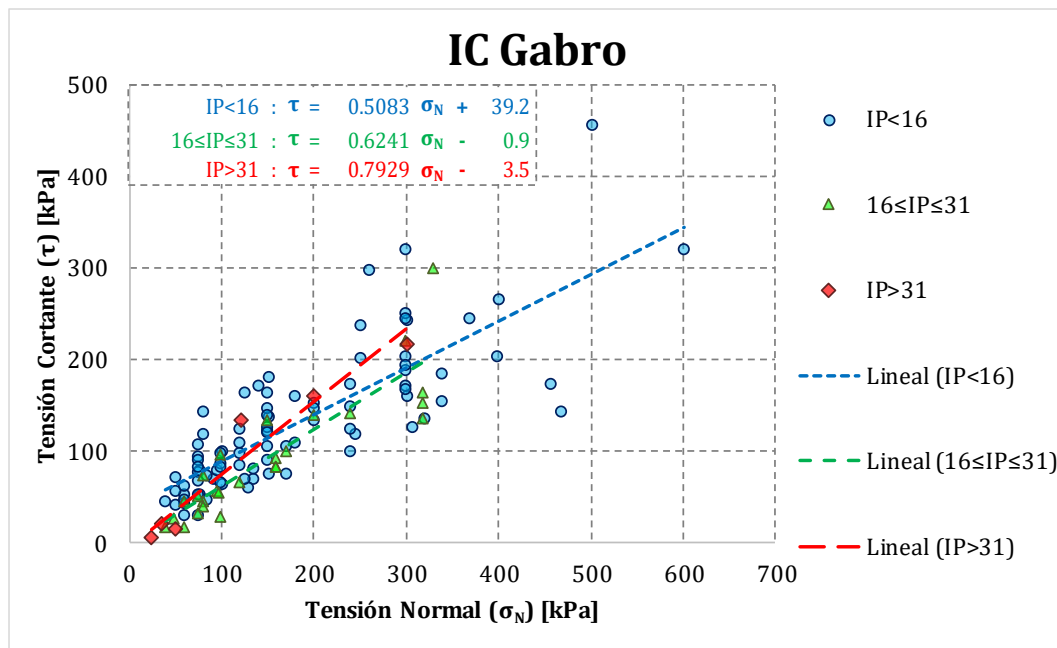
**Saprolitos según (Deere & Patton, 1971)****Gráfico 8-34. Saprolito (IC) de Anfibolita. Índice de Plasticidad (IP).****Gráfico 8-35. Saprolito (IC) de Diorita. Índice de Plasticidad (IP).**



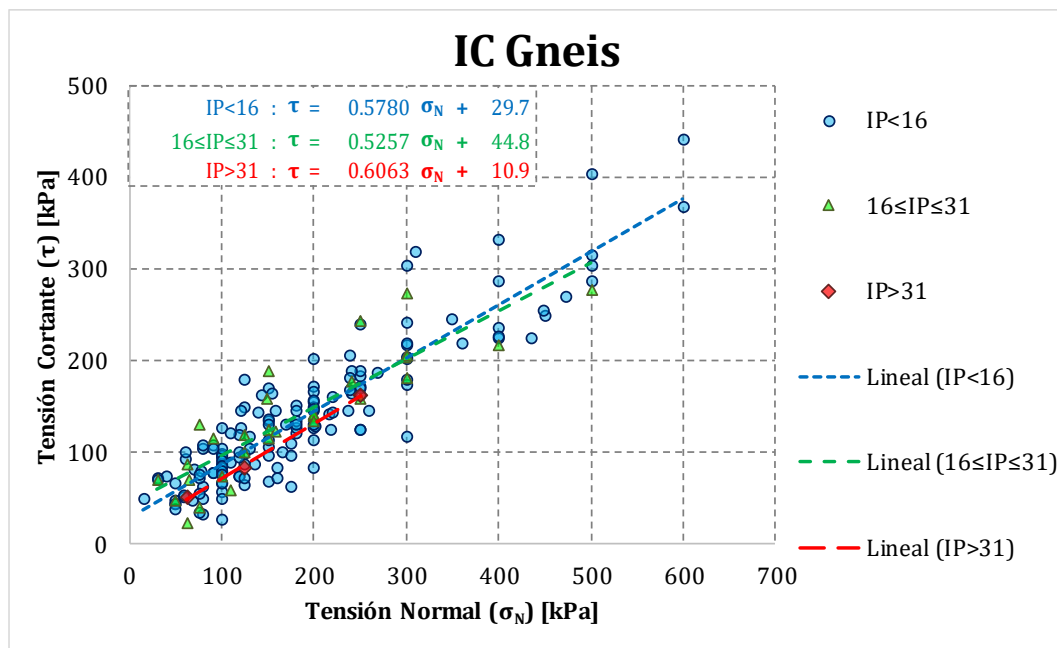
**Gráfico 8-36. Saprolito (IC) de Dunita. Índice de Plasticidad (IP).**



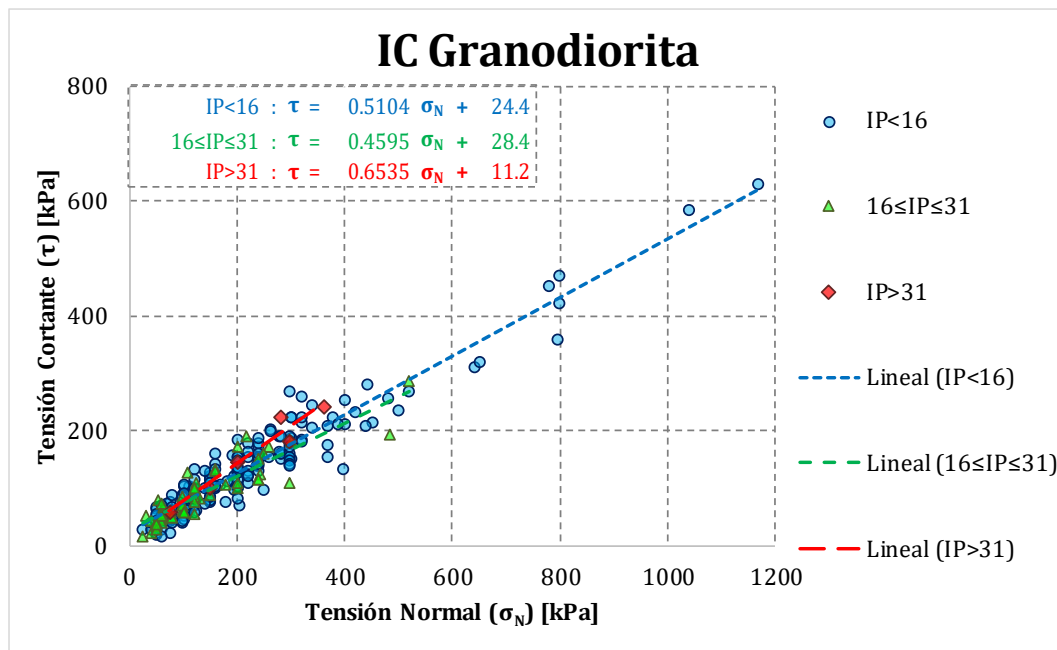
**Gráfico 8-37. Saprolito (IC) de Esquisto. Índice de Plasticidad (IP).**



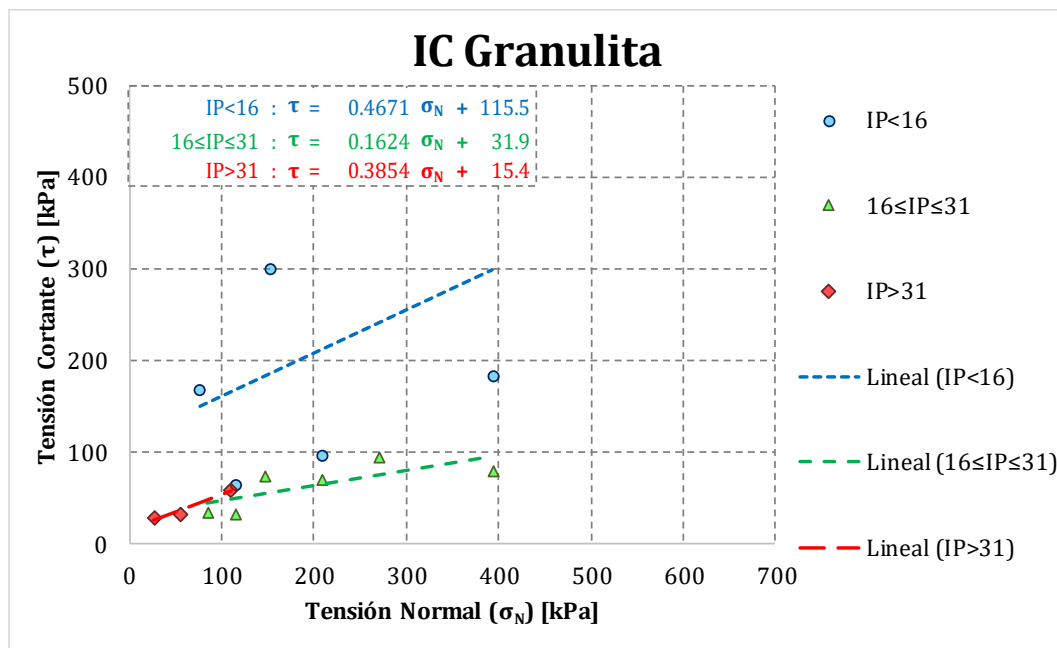
**Gráfico 8-38. Saprolito (IC) de Gabro. Índice de Plasticidad (IP).**



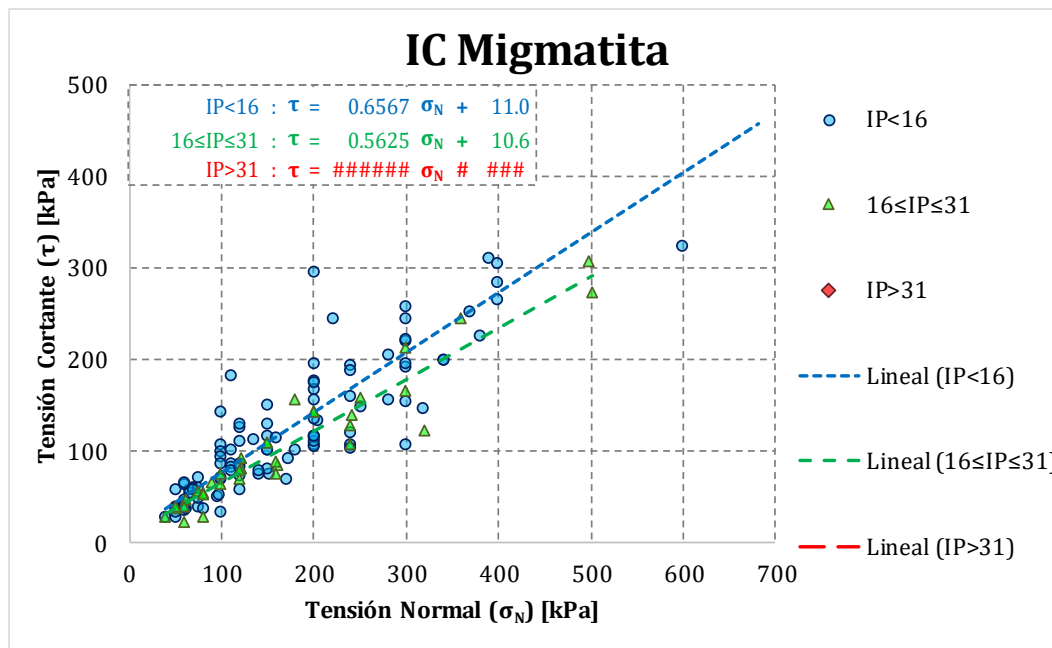
**Gráfico 8-39. Saprolito (IC) de Gneis. Índice de Plasticidad (IP).**



**Gráfico 8-40. Saprolito (IC) de Granodiorita. Índice de Plasticidad (IP).**



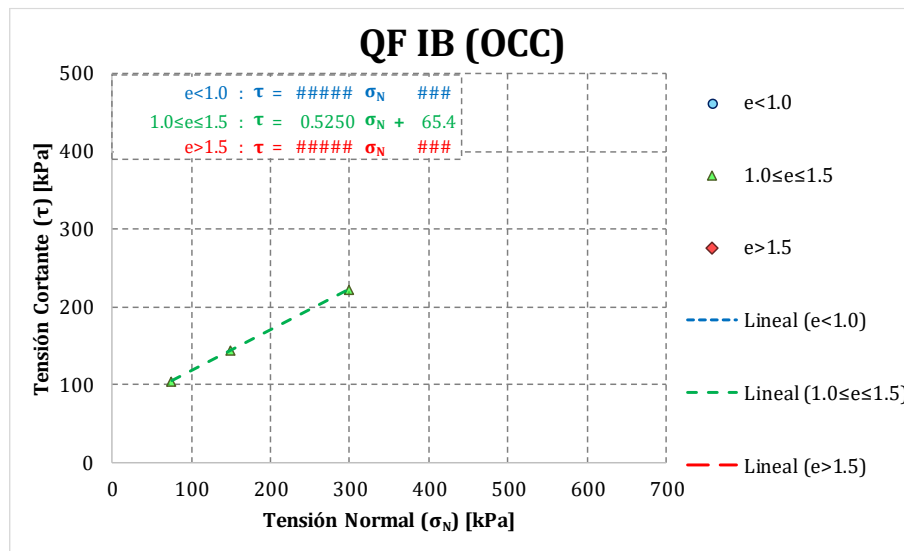
**Gráfico 8-41. Saprolito (IC) de Granulita. Índice de Plasticidad (IP).**



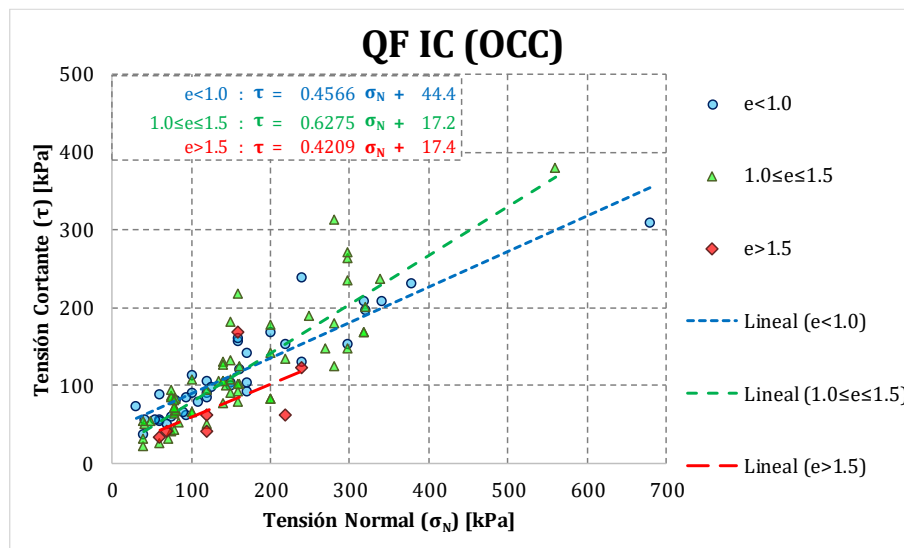
**Gráfico 8-42. Saprolito (IC) de Migmatita. Índice de Plasticidad (IP).**

## F. APÉNDICE F. GRÁFICOS DE CORRELACIÓN CON RELACIÓN DE VACÍOS (e)

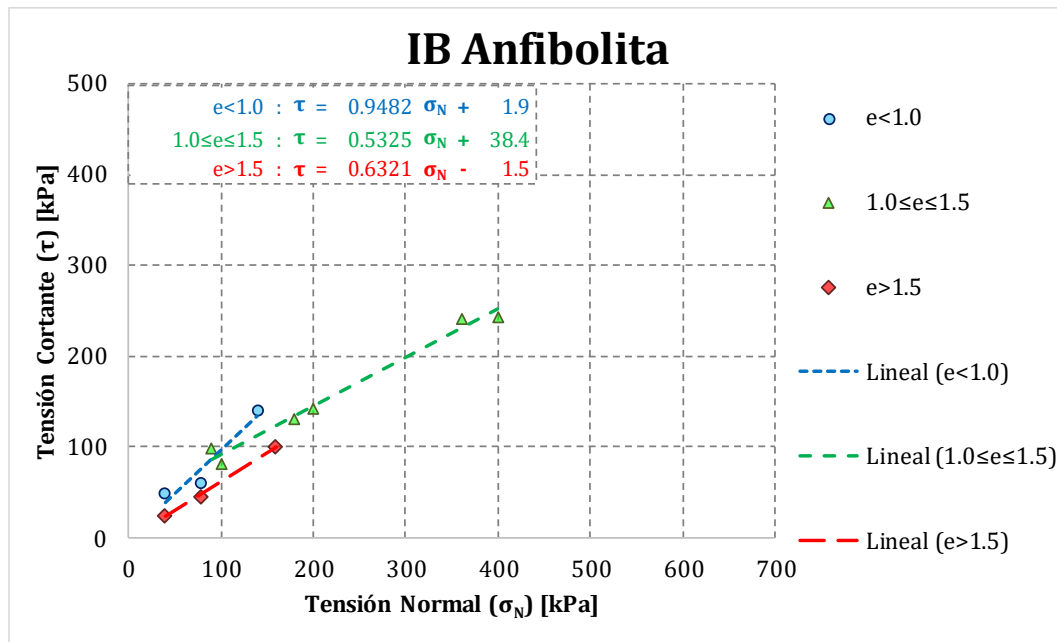
### Depósitos de flujo meteorizados



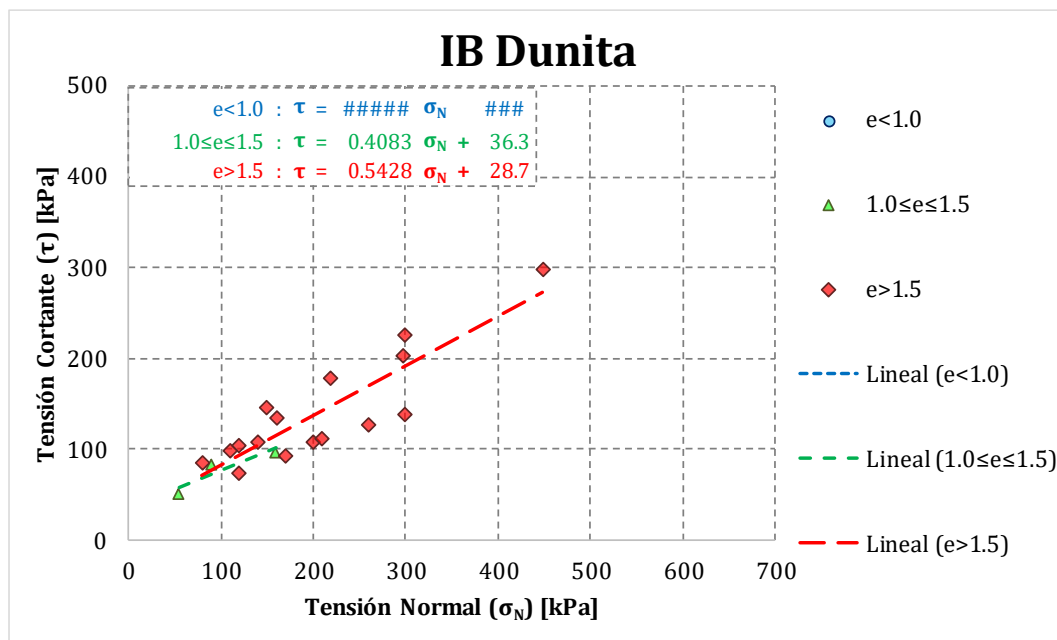
**Gráfico 8-43. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos (e). Suelo residual de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**



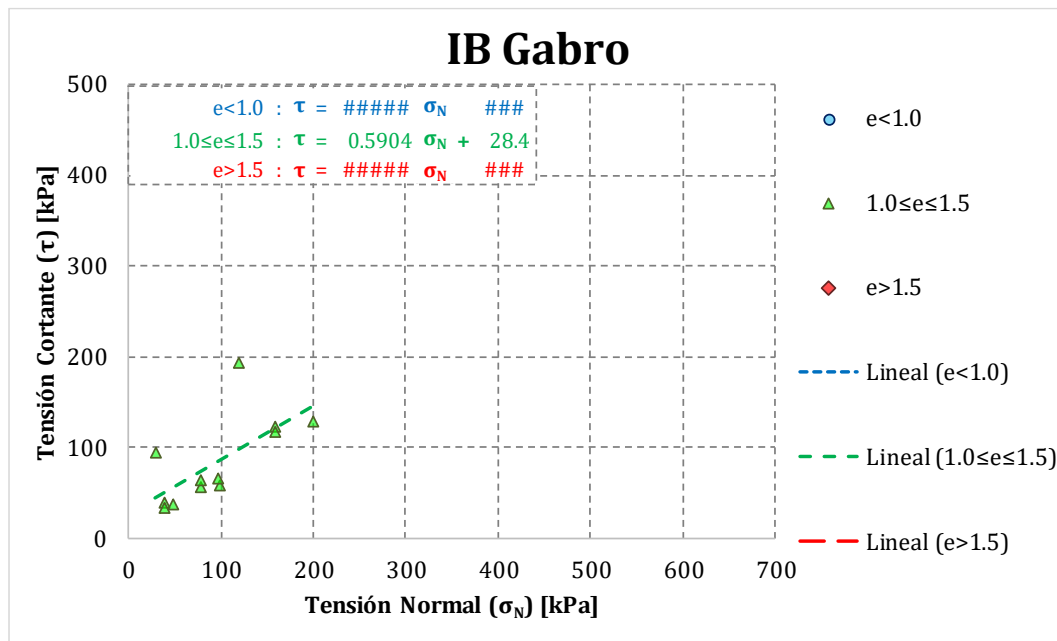
**Gráfico 8-44. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos (e). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

**Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971)**

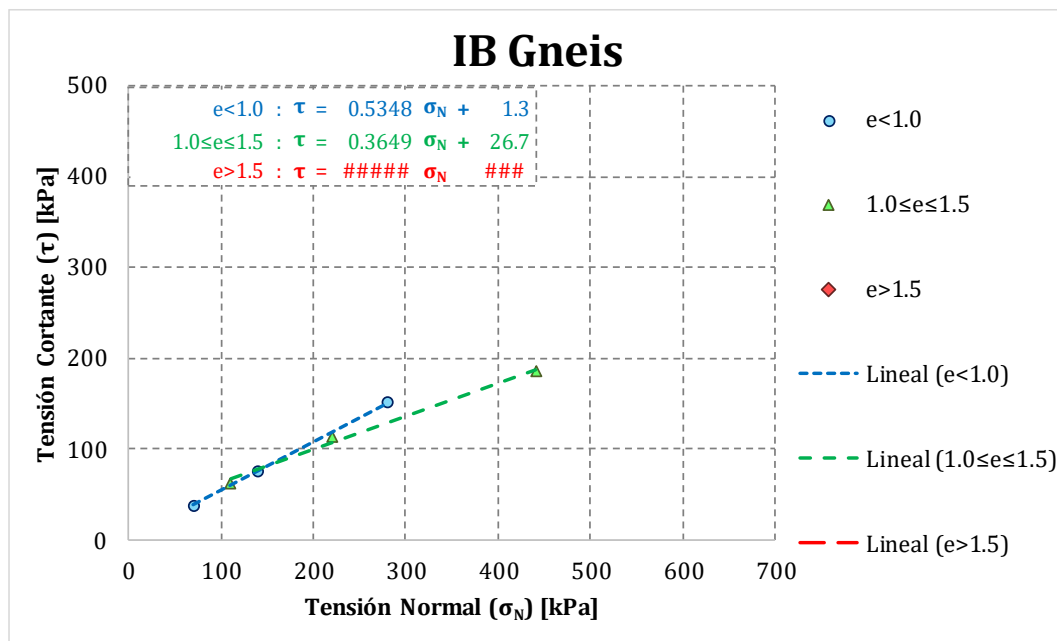
**Gráfico 8-45. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Suelo residual (IB) de Anfibolita.**



**Gráfico 8-46. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Suelo residual (IB) de Dunita.**

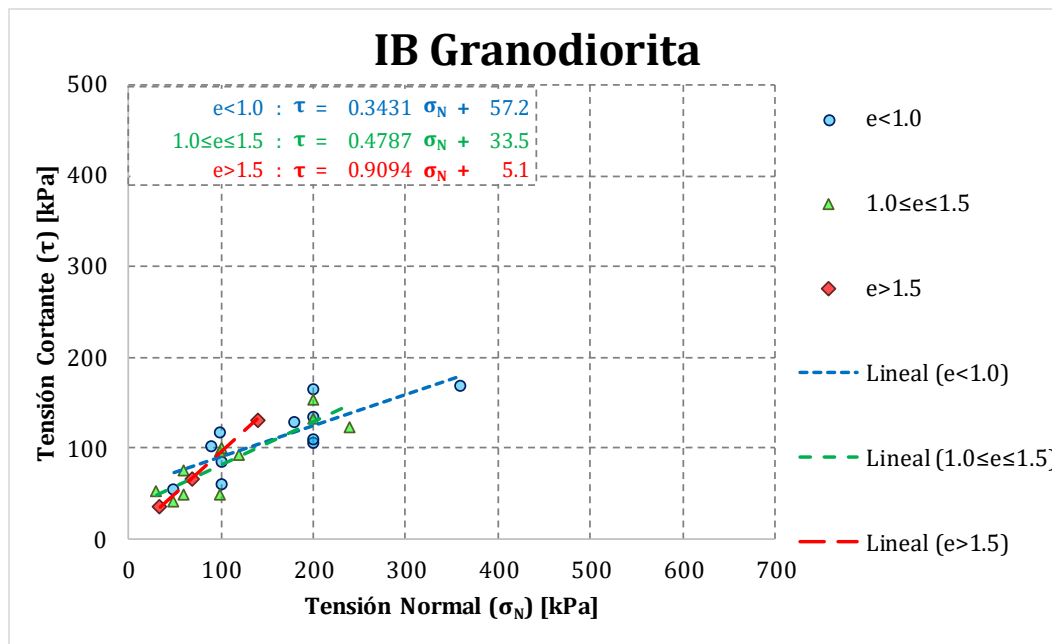


**Gráfico 8-47. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Suelo residual (IB) de Gabro.**

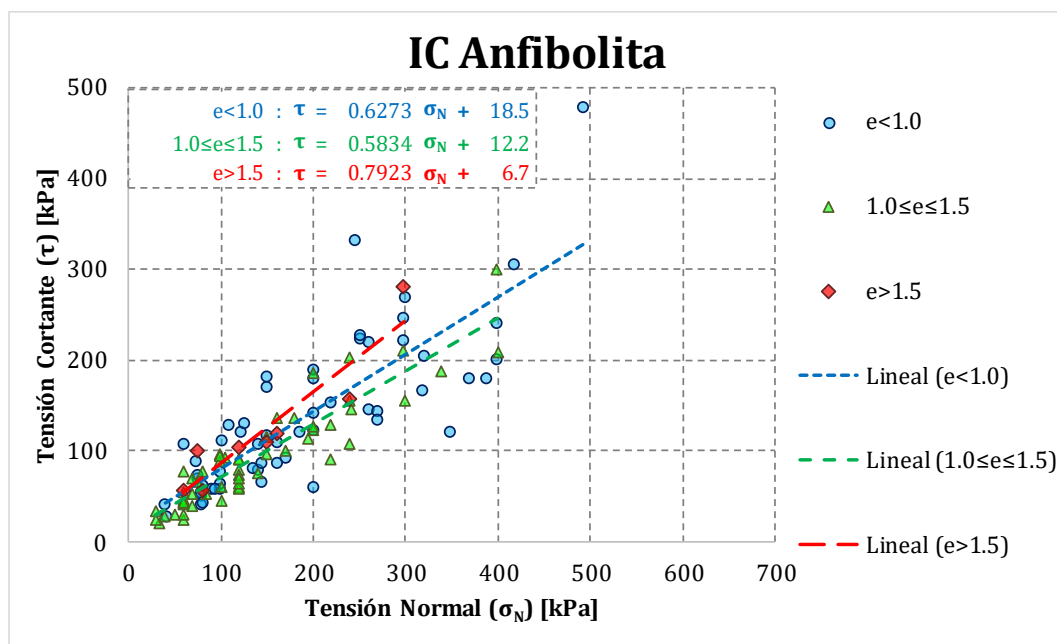


**Gráfico 8-48. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Suelo residual (IB) de Gneis.**

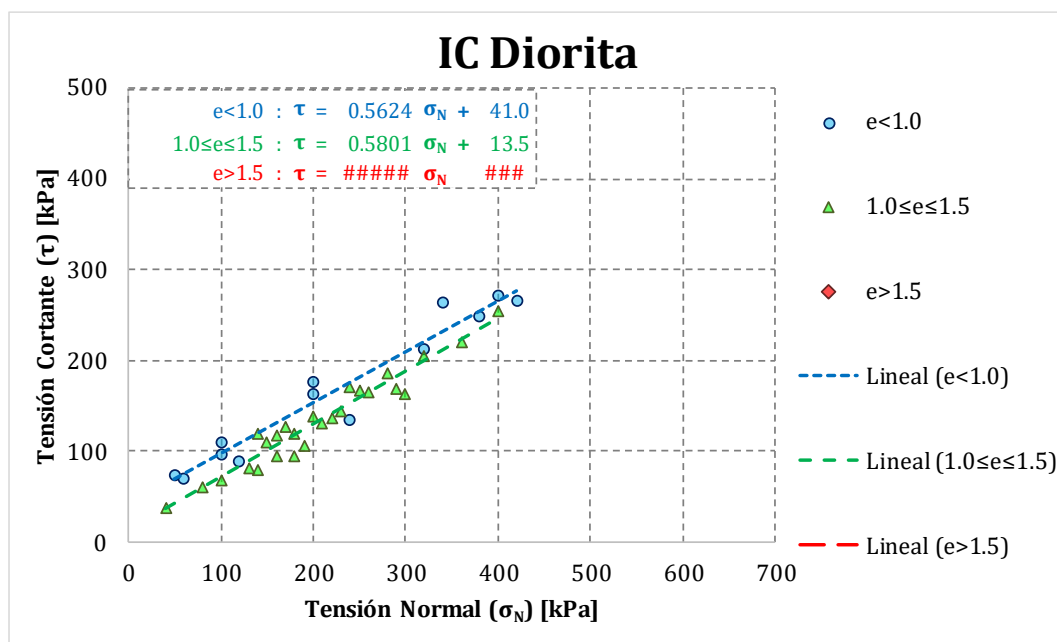




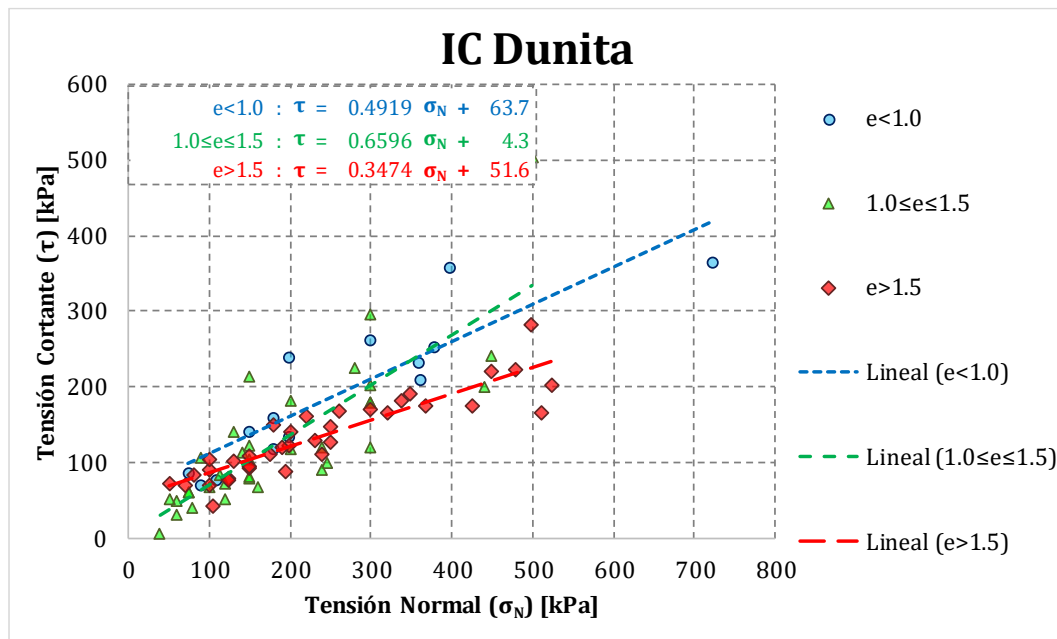
**Gráfico 8-49. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Suelo residual (IB) de Granodiorita.**

**Saprolitos según (Deere & Patton, 1971)**

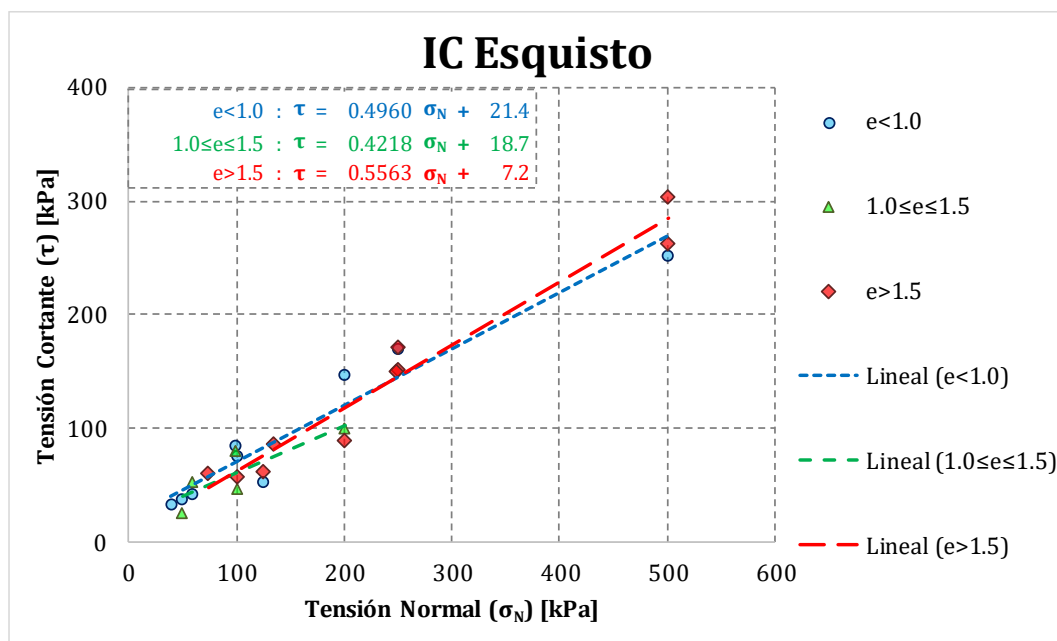
**Gráfico 8-50. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Anfibolita.**



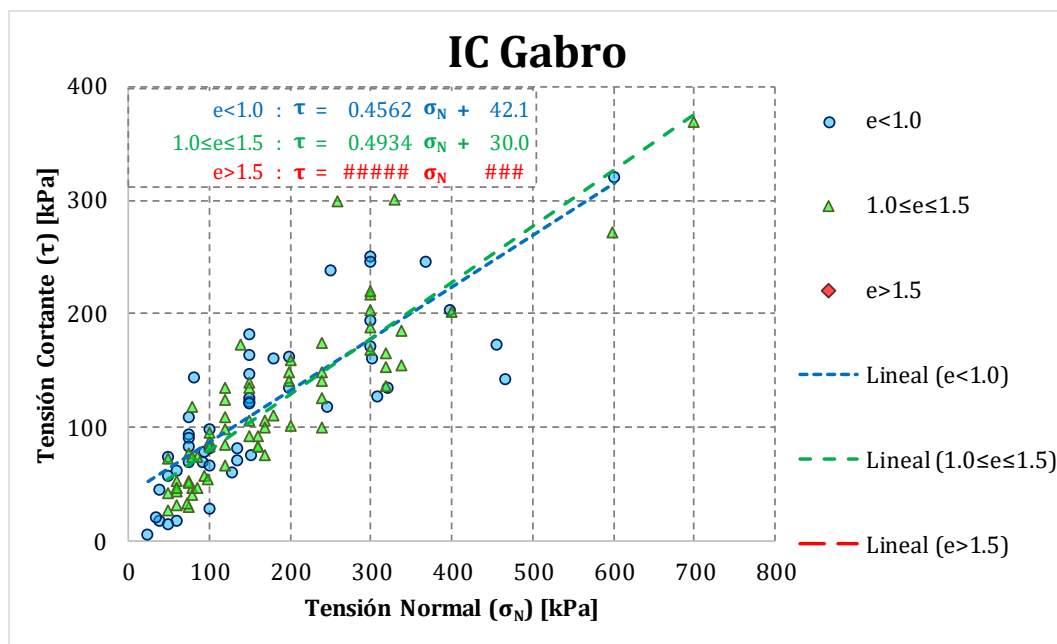
**Gráfico 8-51. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Diorita.**



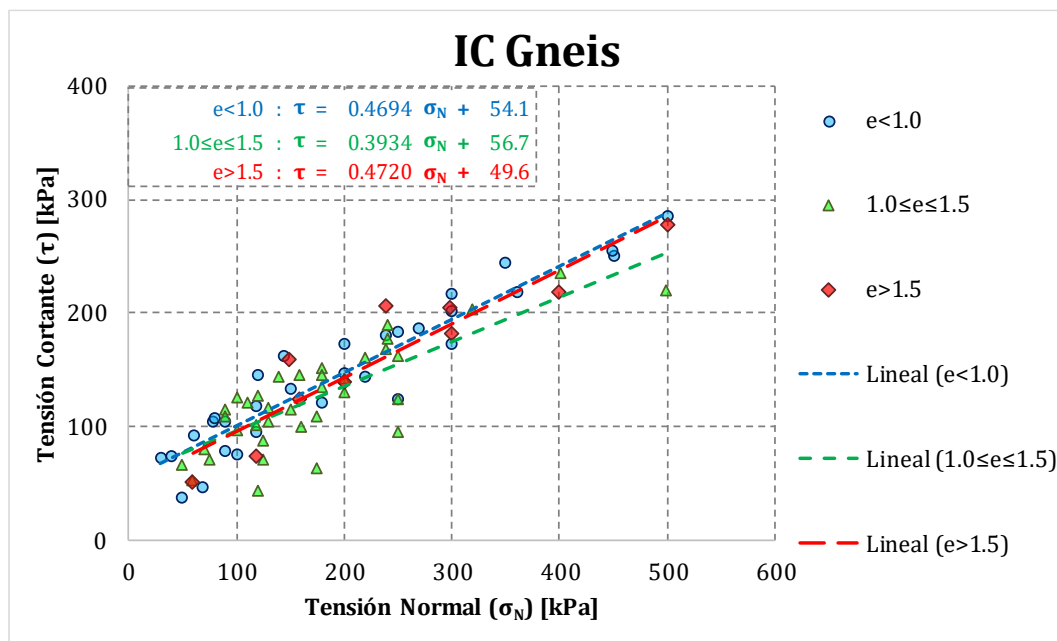
**Gráfico 8-52. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Dunita.**



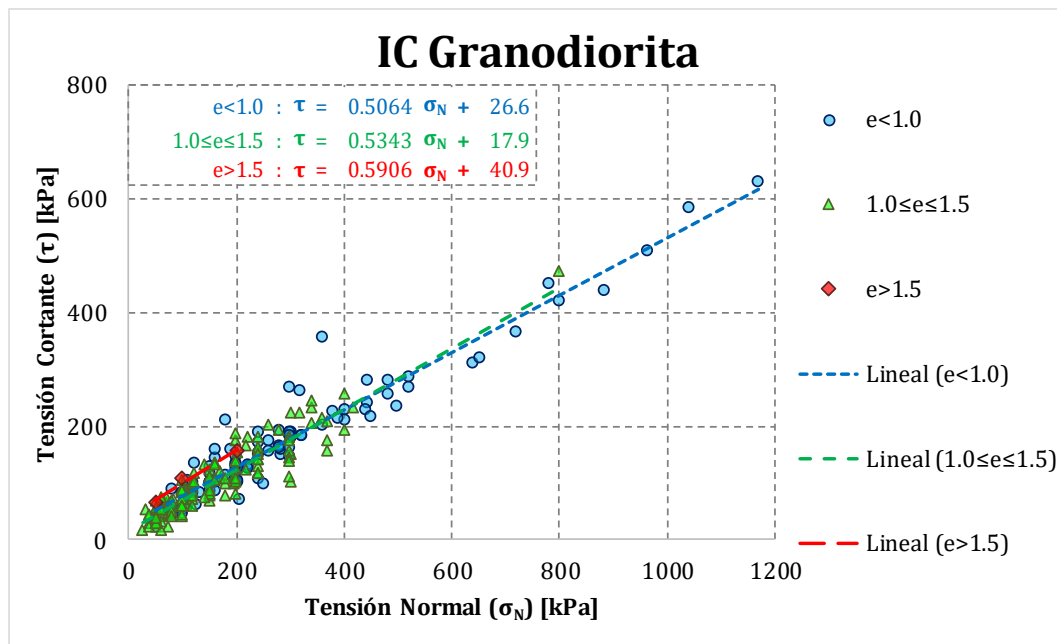
**Gráfico 8-53. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Esquistos.**



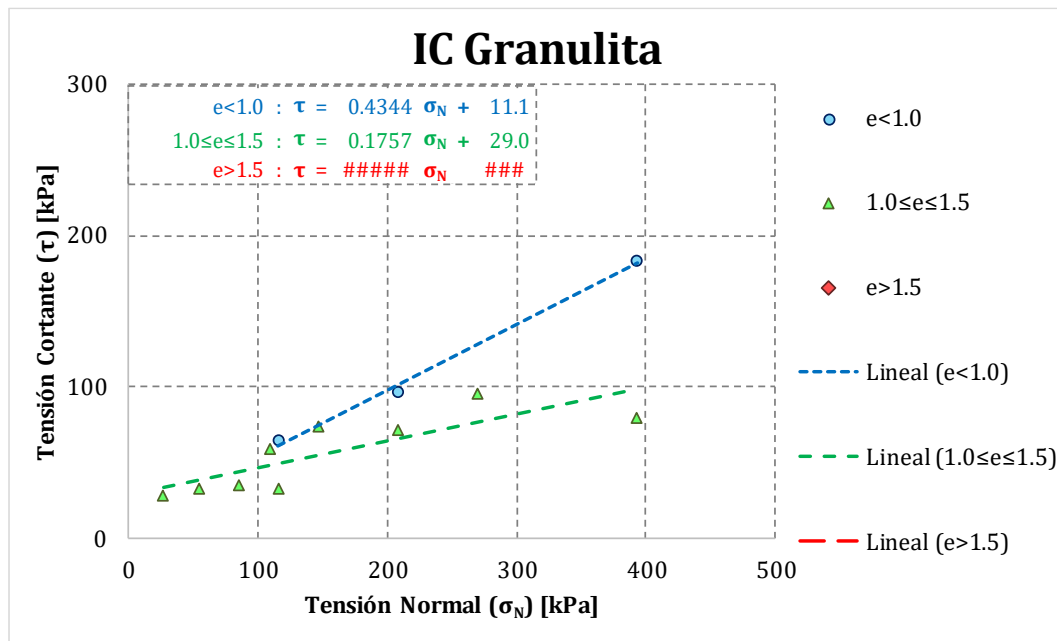
**Gráfico 8-54. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Gabro.**



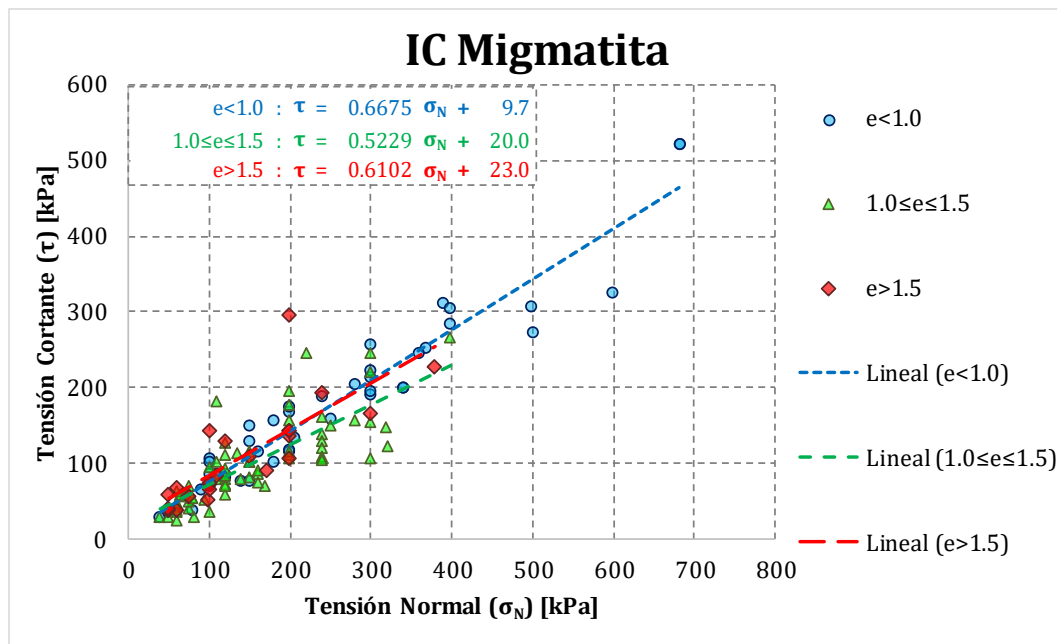
**Gráfico 8-55. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Gneis.**



**Gráfico 8-56. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Granodiorita.**



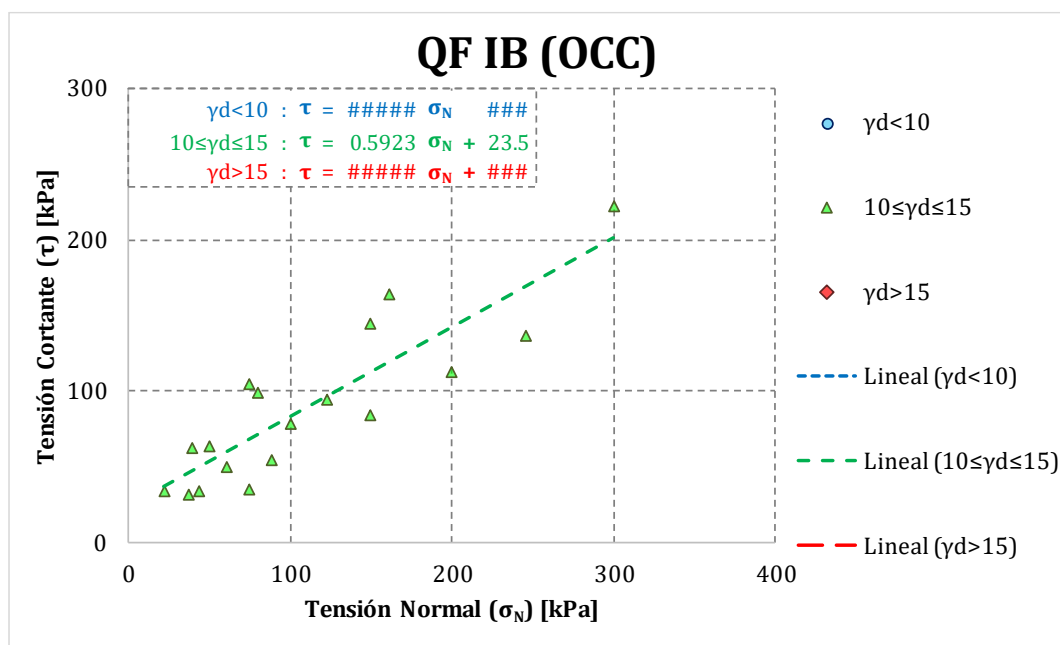
**Gráfico 8-57. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Granulita.**



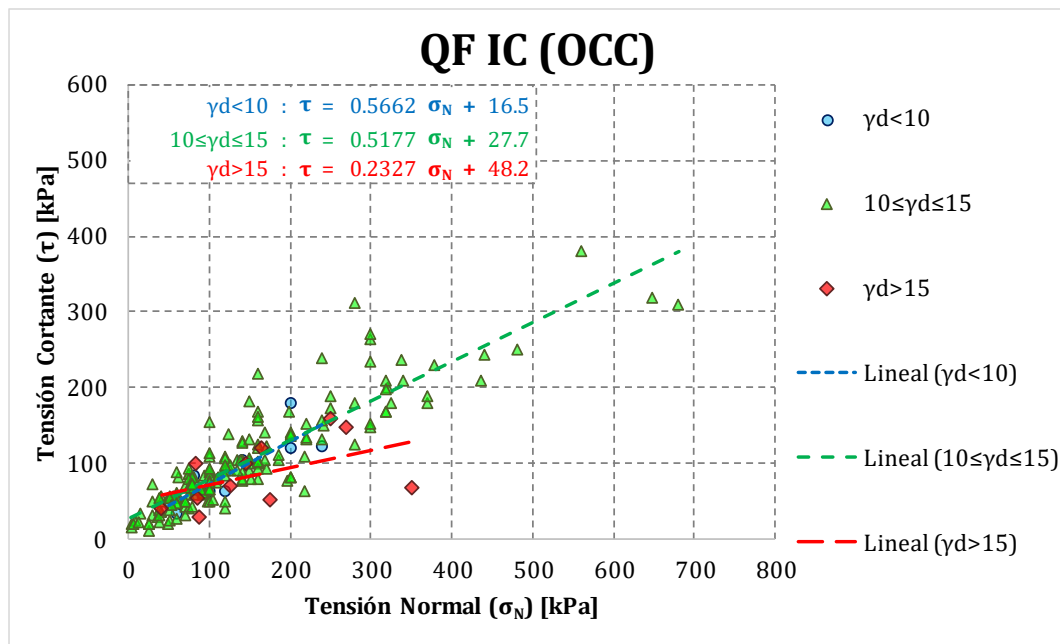
**Gráfico 8-58. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ). Saprolito (IC) de Migmatita.**

## G. APÉNDICE G. GRÁFICOS CORRELACIÓN CON PESO ESPECÍFICO SECO ( $\gamma_d$ )

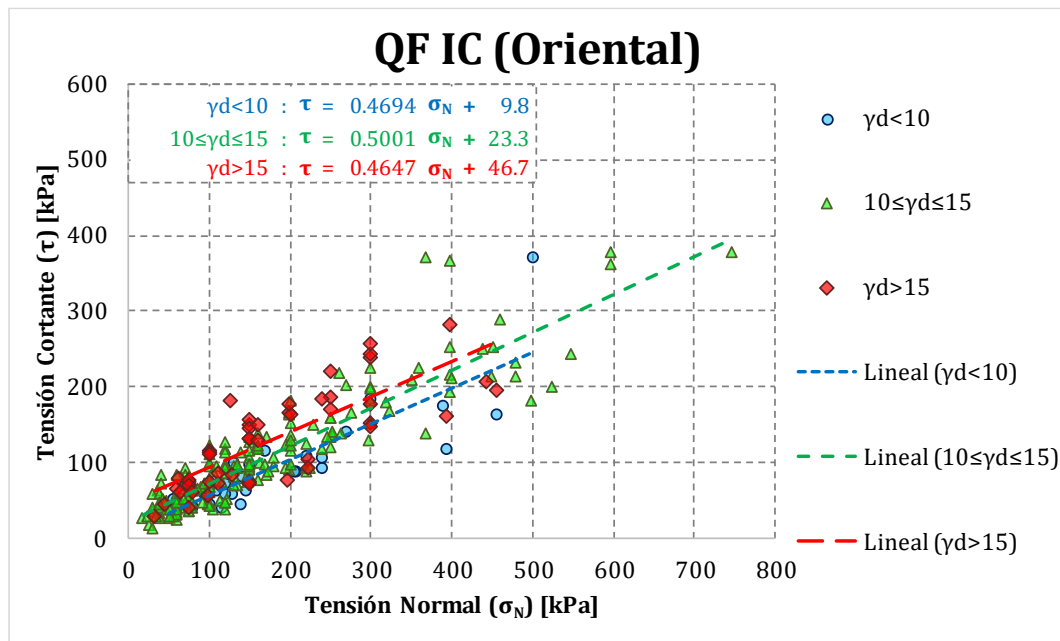
### Depósitos de flujo meteorizados



**Gráfico 8-59. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

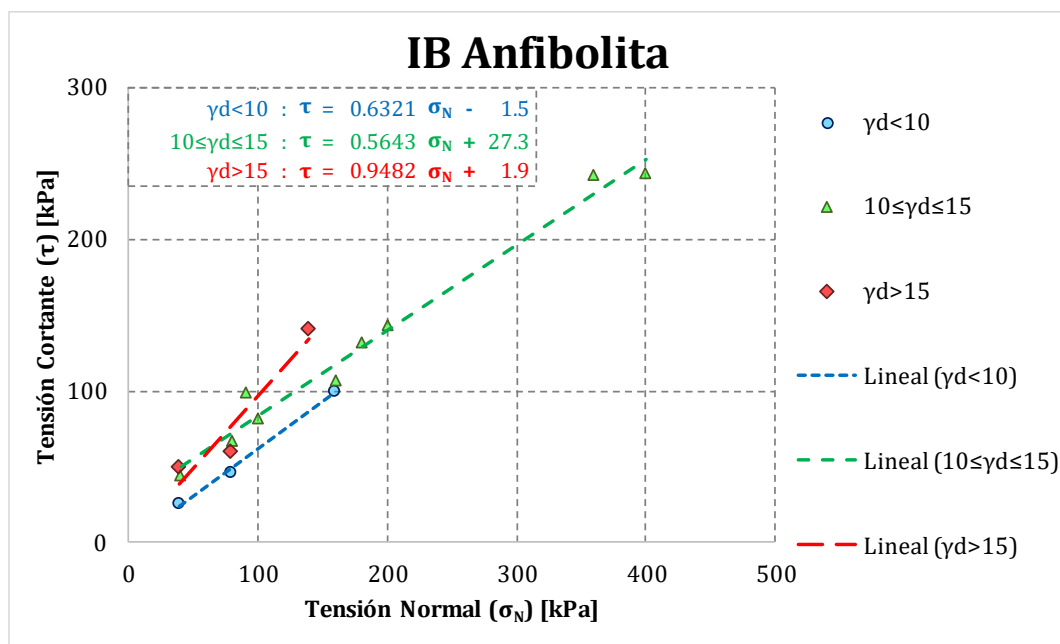


**Gráfico 8-60. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Occidental del Valle de Aburrá.**

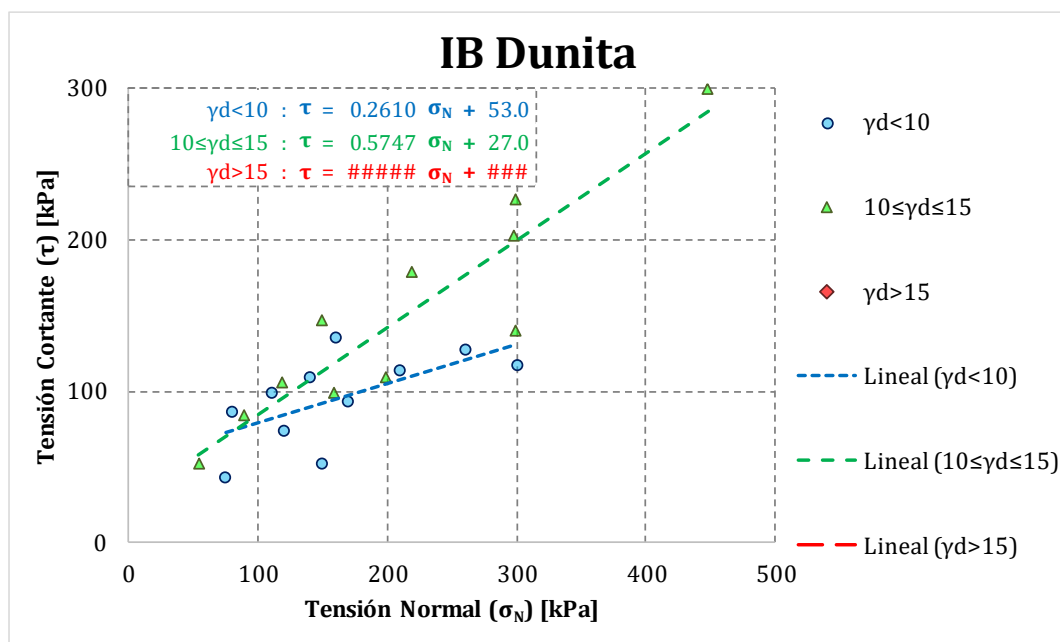


**Gráfico 8-61. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito de depósito de flujo. Ladera Oriental del Valle de Aburrá.**

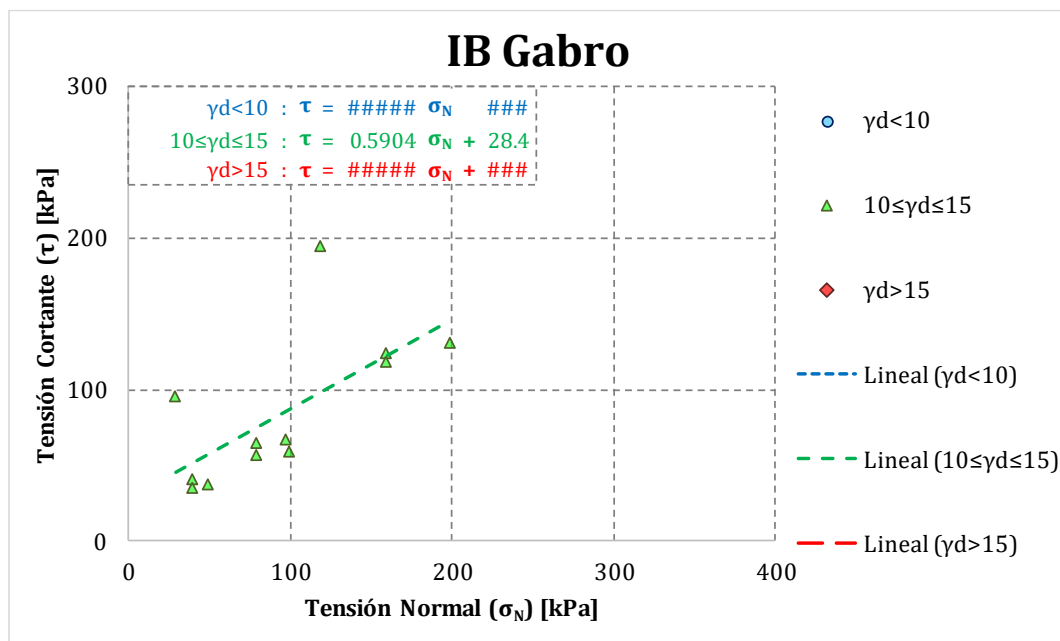


**Suelos residuales según (Deere & Patton, 1971)**

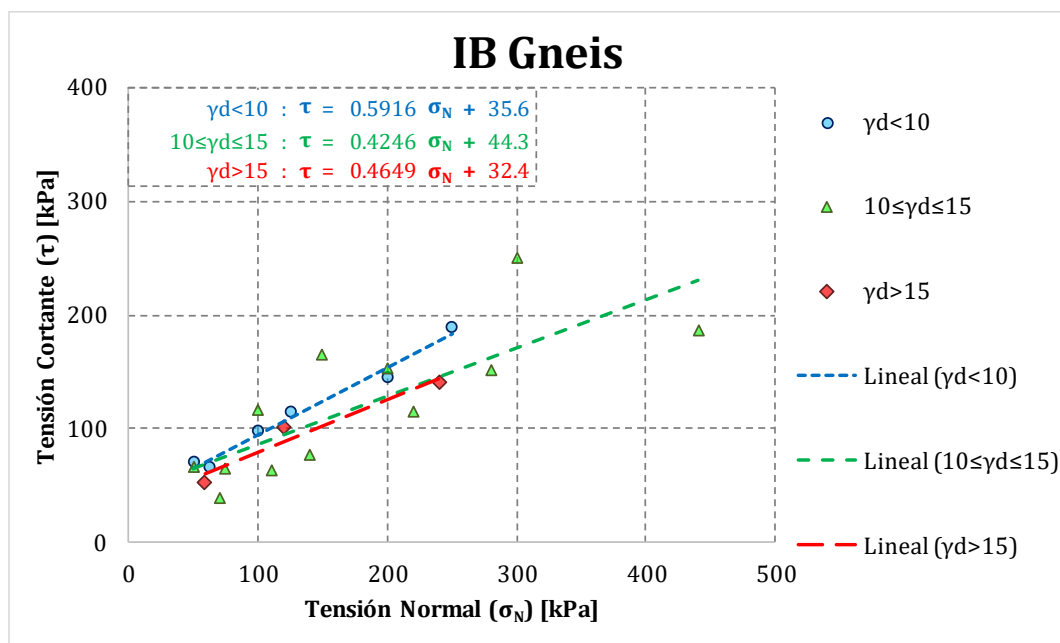
**Gráfico 8-62. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual (IB) de Anfibolita.**



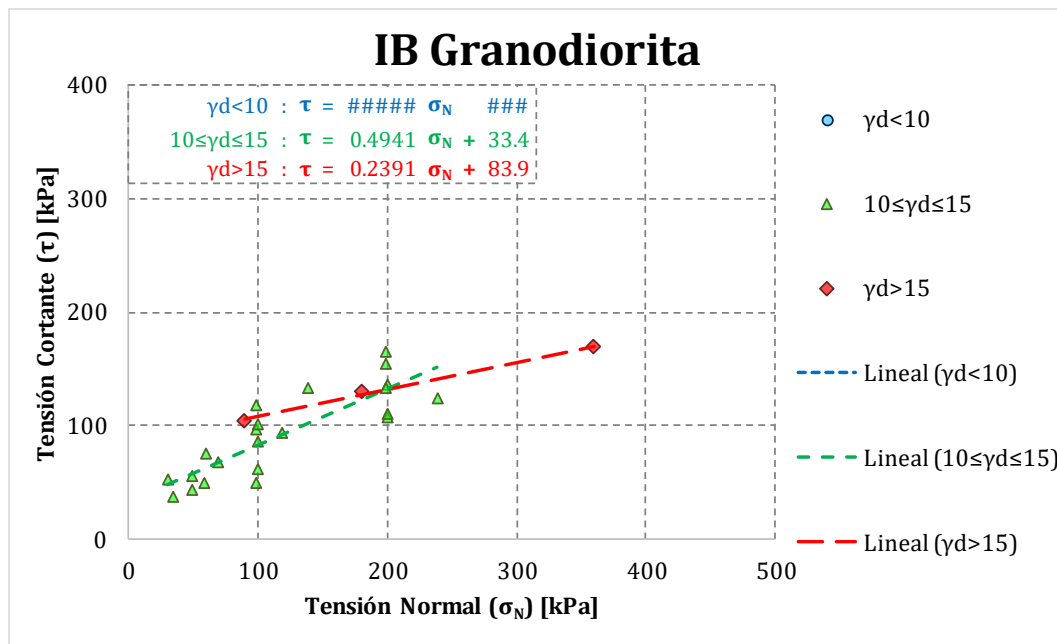
**Gráfico 8-63. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual (IB) de Dunita.**



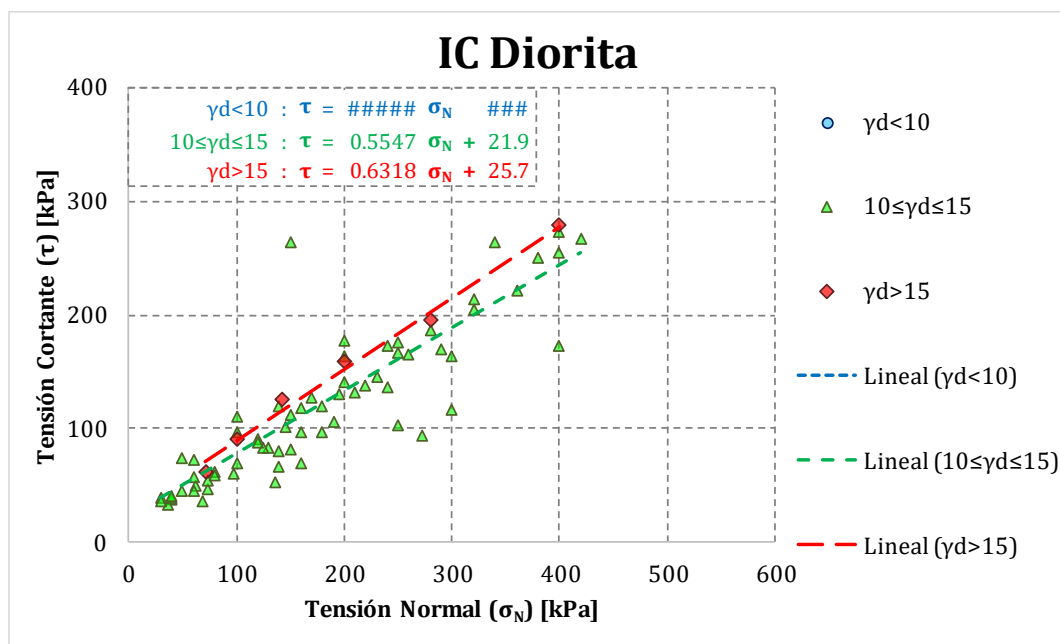
**Gráfico 8-64. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual (IB) de Gabro.**



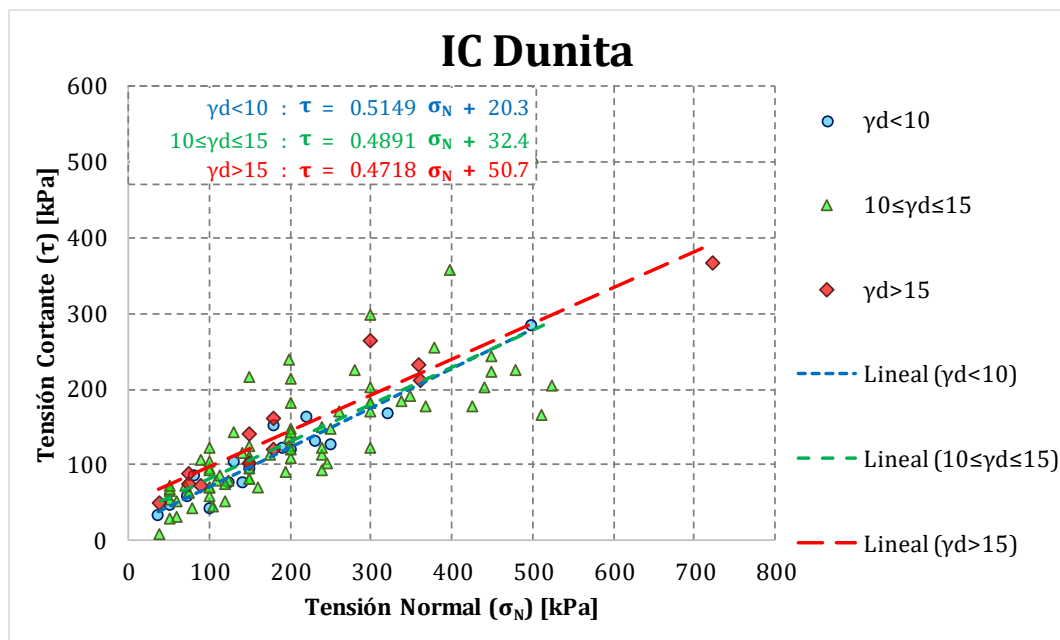
**Gráfico 8-65. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual (IB) de Gneis.**



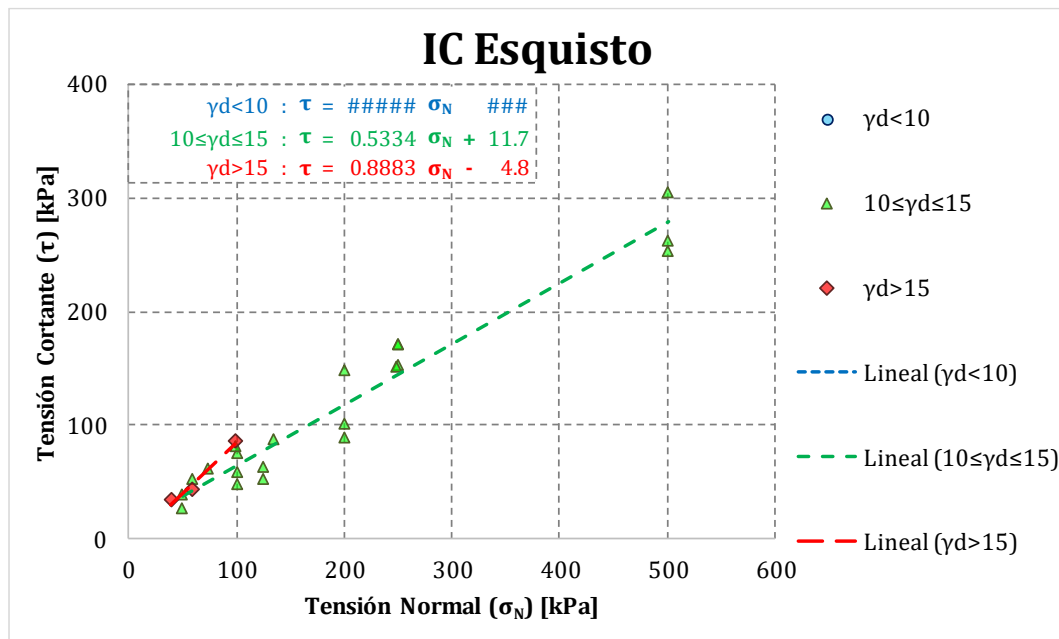
**Gráfico 8-66. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Suelo residual (IB) de Granodiorita.**

**Saprolitos según (Deere & Patton, 1971)**

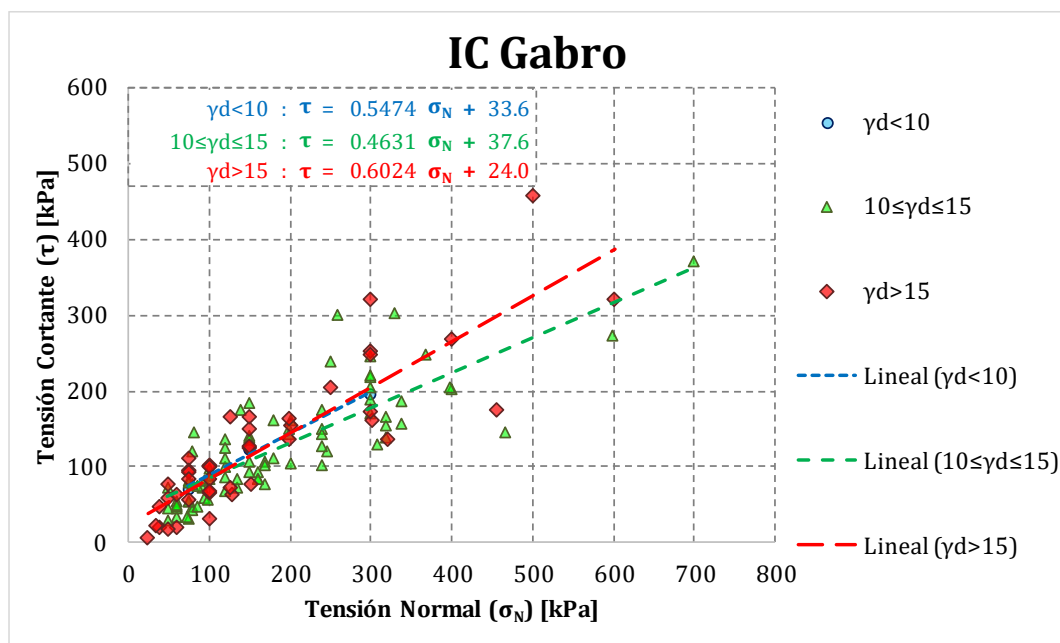
**Gráfico 8-67. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Diorita.**



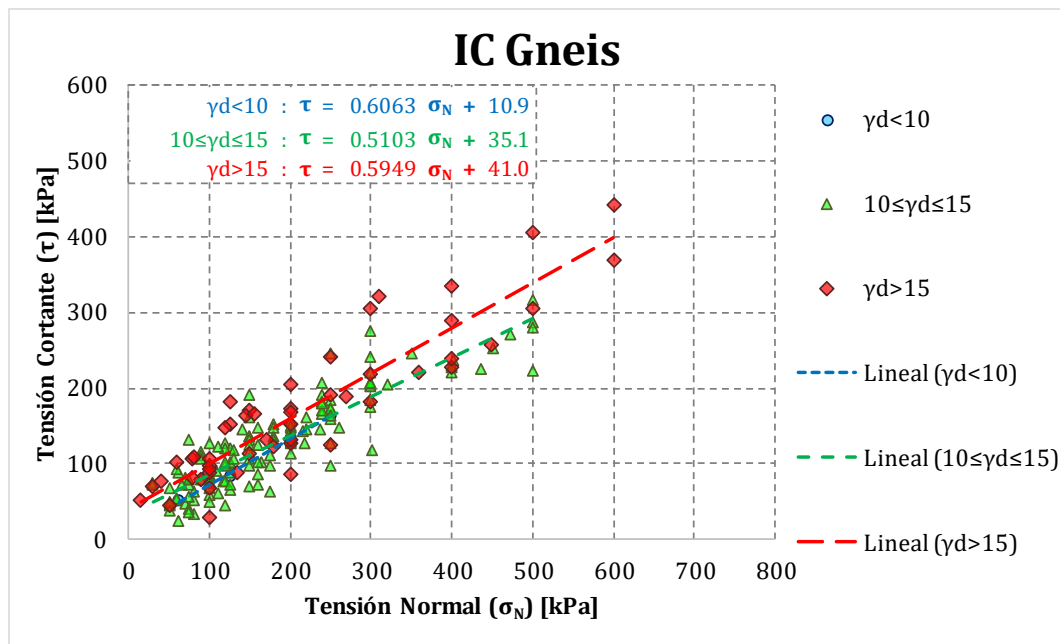
**Gráfico 8-68. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Dunita.**



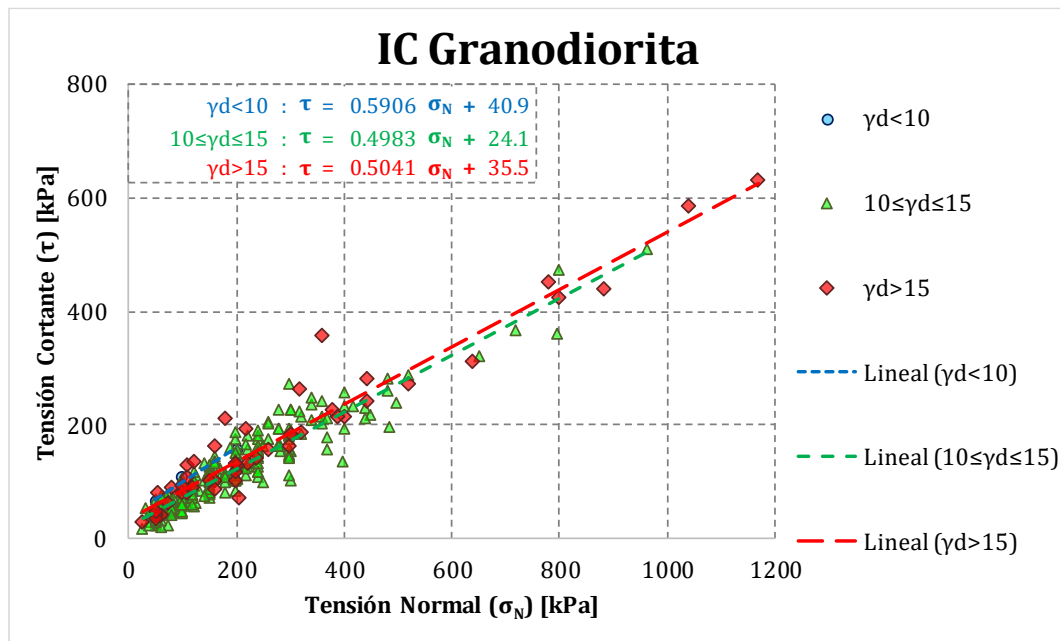
**Gráfico 8-69. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Esquisto.**



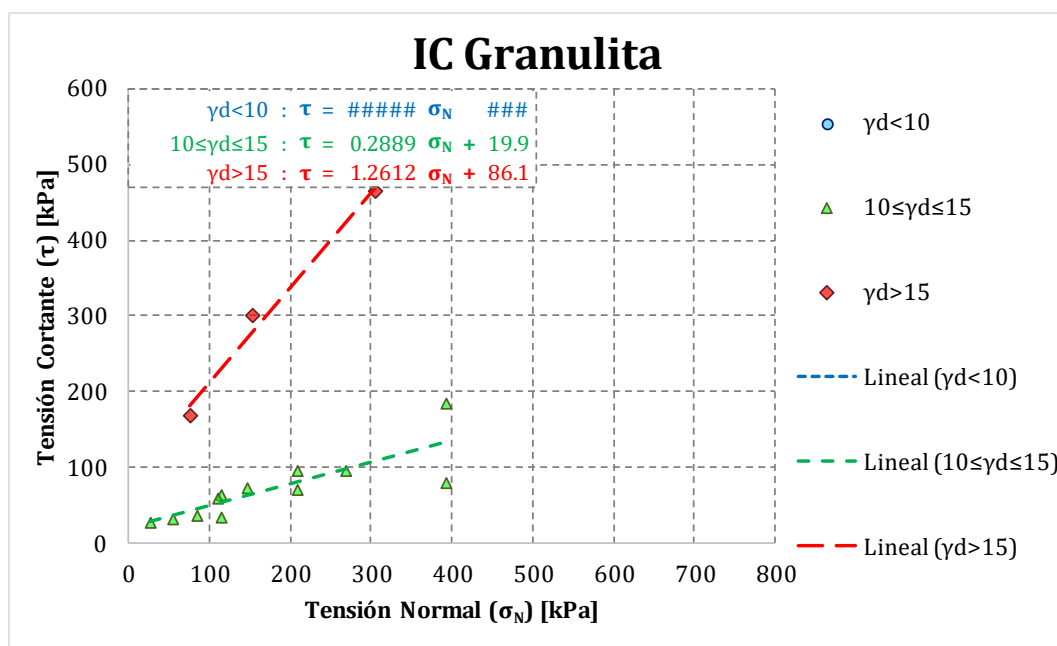
**Gráfico 8-70. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Gabro.**



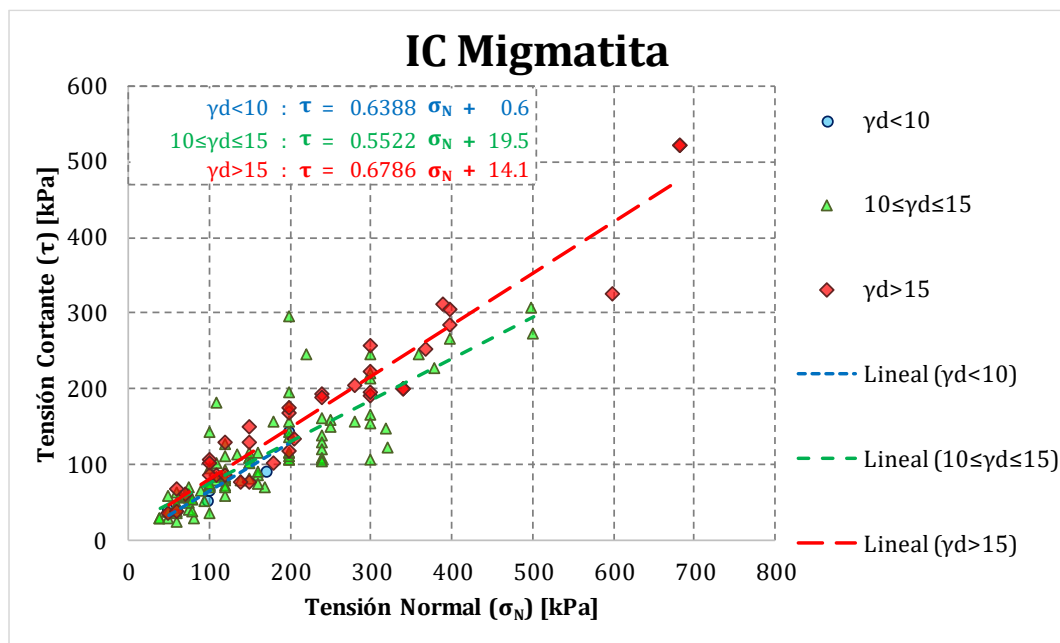
**Gráfico 8-71. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Gneis.**



**Gráfico 8-72. Correlación entre  $(\sigma_N, \tau)$  y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Granodiorita.**



**Gráfico 8-73. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Granulita.**



**Gráfico 8-74. Correlación entre ( $\sigma_N$ ,  $\tau$ ) y el Peso específico seco ( $\gamma_d$ ). Saprolito (IC) de Migmatita.**

---

## H. APÉNDICE H. CONCEPTOS BÁSICOS

### Ensayos de resistencia al corte

*“Las condiciones reales del campo generalmente implican aumentar la tensión (presión) de un valor inicial a un nuevo valor. Después de un tiempo, la presión de poros regresa al nivel estático y la tensión se detiene, con un aumento en la densidad del suelo. Un nuevo aumento de la tensión hace que este proceso se repita, etc. El suelo no va de un estado de drenaje consolidado a otro. Solo hay un conjunto de parámetros de resistencia para el estado de drenaje consolidado, pero aquí tenemos valores que dependen del nivel de tensión actual en comparación con el anterior, etc. Las pruebas de laboratorio tienden a categorizarse como compresión si la muestra se comprime o **corte si la muestra se corta** para obtener la información de resistencia deseada.”* (Bowles J. E., 1997, pág. 93)

### Ensayo de corte directo consolidado drenado

*“La forma más antigua de prueba de corte sobre un suelo es la de corte directo, utilizada primeramente por Coulomb en 1776. El suelo se coloca en una caja que se rompe por su plano medio. Se aplica una fuerza de confinamiento y a continuación una fuerza tangencial que origina un desplazamiento relativo entre las dos partes de la caja. Se registra la magnitud de las fuerzas tangenciales en función del desplazamiento y generalmente también la variación del espesor de la muestra. El aparato de corte puede ser circular o cuadrado en planta. En general la caja tiene entre 20 y 25 cm<sup>2</sup> y aproximadamente 3 cm de altura. La carga normal se aplica mediante un gato hidráulico o por medio de sobrecargas. En la mayoría de los aparatos la tensión normal varía de 0 a 10 kg/cm<sup>2</sup>. La fuerza tangencial se aplica mediante pesas (**prueba de tensión controlada**) o mediante un motor de velocidad variable (**prueba de deformación controlada**). En suelos secos la duración de la prueba de corte directo es semejante a la de la prueba triaxial. Las placas porosas (piedras porosas) son indispensables en pruebas con suelos húmedos o saturados. Los métodos operativos para realizar la prueba de corte directo han sido descritos por Lambe en 1951.”* (Lambe & Whitman, 1991, pág. 134)

*“En las pruebas de laboratorio el suelo puede fallar repentina o gradualmente. Las fallas repentinas ocurren a una tensión relativamente baja cuando el suelo es denso y/o las partículas están bien unidas. Este efecto frágil puede deberse al envejecimiento natural y la cementación, a estar en un estado algo seco, a estar bien compactados (para muestras remoldeadas) o a una combinación de factores. Las fallas graduales en grandes cepas ocurren cuando el suelo está suelto o mojado y/o cuando uno está*



---

utilizando muestras remoldadas húmedas. Las arcillas saturadas, no cementadas, normalmente consolidadas tienden a tener fallas graduales; Las arcillas demasiado consolidadas o cementadas (envejecidas) tienden a fallas frágiles. Estas fallas se caracterizan por las curvas de tensión-deformación. Las fallas frágiles o repentinas producen curvas de tensión-tensión con un pico definible. Las fallas graduales producen curvas de tensión-tensión sin un pico. Sin un pico definible, **la tensión máxima** del desviador se define a menudo con un porcentaje de tensión. Un valor del 15 por ciento aproximadamente ( $\varepsilon \approx 0.15$ ) se usa comúnmente. **En la resistencia residual**, el suelo está lo suficientemente remoldado que existe una cohesión insignificante (pero puede haber una contribución más o menos, del exceso de la presión de los poros a la reducción de la tensión), y la resistencia principal es la fricción producida por la fricción entre partículas y la rodadura resistencia. Podemos denominar a este parámetro el ángulo residual de fricción interna ( $\phi_r$ ) y definir la resistencia al corte residual en términos generales como la ecuación [ 8-27], donde  $\phi_r = \phi'$ ." (Bowles J. E., 1997, pág. 106)

"Por lo general, se realizan tres o más pruebas en una muestra de suelo utilizando tres fuerzas verticales constantes diferentes. La falla se determina cuando el suelo no puede resistir ningún incremento adicional de la fuerza horizontal. El aparato de la caja de corte no puede evitar el drenaje, pero se puede obtener una estimación de la resistencia al corte de las arcillas sin arrastrar realizando la prueba de la caja de corte a una velocidad de carga rápida para que la prueba se complete rápidamente. Los datos registrados para cada prueba son los desplazamientos horizontales, las fuerzas horizontales, los desplazamientos verticales y la fuerza vertical constante bajo la cual se realiza la prueba. El criterio de falla de Coulomb se usa para determinar la resistencia al corte. También se puede usar el criterio de falla de Taylor, pero la falla de Coulomb es más adecuada para la prueba de corte directo. Los parámetros de resistencia generalmente se determinan a partir del trazado de los datos en una recta de regresión lineal. Si el suelo es dilatante, exhibirá una fuerza de corte máxima (arena densa) y se expandirá (arena densa), y la envoltura de falla se curvará (arena densa) ver Ilustración 3. La tensión de corte máxima es la fuerza de corte máxima dividida por el área de la sección transversal de la muestra de prueba." (Budhu, 2010, págs. 286, 287)

Este ensayo lo rige la normativa (American Society of Testing Materials (ASTM D 3080), Edition 1998)

Las limitaciones del ensayo de corte directo son las siguientes:

- ✖ "El suelo está obligado a cortarse en un plano horizontal, que no siempre es el plano más débil del suelo.
- ✖ La distribución desigual de la tensión cortante en la superficie de falla hace que la tensión cerca de los bordes sea mayor que en el centro.

---

✂ El espécimen de suelo no puede estar recubierto con una membrana de goma, por lo tanto, es imposible controlar la condición de drenaje al cortar.” (Yu Ou, 2006, pág. 23)

“Sin embargo, como las muestras de suelo se pueden presionar directamente en la caja de corte a través de un tubo delgado, para probar los suelos que no tienen cohesión, se puede aprovechar la prueba de corte directo. Normalmente, la prueba de drenaje (es decir, la prueba de CD) se aplica a la arena para obtener los parámetros de resistencia ( $\phi'$  y  $c'$ ) debido a la alta permeabilidad de la arena. Por lo tanto, aún es útil obtener los parámetros de resistencia de la arena utilizando la prueba de corte directo, aunque la prueba no puede controlar la condición de drenaje.” (Yu Ou, 2006, pág. 24)

### **Angulo de fricción interna o fricción intergranular efectiva ( $\phi'$ )**

“Es una medida de la resistencia al corte de los suelos debido a la fricción.” (Budhu, 2010, pág. 262)

### **Cohesión efectiva o cohesión aparente ( $c'$ )**

“Es la resistencia aparente al corte a una tensión efectiva normal cero” (Budhu, 2010, pág. 262).

“El término cohesión,  $c'$ , como se usa convencionalmente en ingeniería geotécnica, es una resistencia aparente al corte que captura los efectos de las fuerzas intermoleculares ( $c_o$ ), la tensión (resistencia a tracción) del suelo ( $c_t$ ) y la cementación ( $c_{cm}$ ) en la resistencia al corte de los suelos. Estas fuerzas no contribuyen a una resistencia significativa al cizallamiento por consideraciones prácticas y se omiten. En una gráfica de la tensión de corte máxima ( $\tau_{máx}$ ) versus la tensión efectiva normal ( $\sigma'_N$ ) usando datos de prueba de corte, se observaría una tensión de corte de intercepción,  $c_o$ , cuando se utiliza una línea recta de mejor ajuste como la línea de tendencia. La tensión del suelo ( $c_t$ ) es el resultado de la tensión superficial del agua sobre las partículas del suelo en suelos no saturados. Se crea una presión de succión (presión de poros negativa debido a las tensiones de los capilares) que une las partículas del suelo. Recuerde que la tensión efectiva es igual a la tensión total menos la presión de poros. Por lo tanto, si la presión de poros es negativa, la tensión efectiva normal aumenta. Para el suelo como material de fricción, este aumento de tensión efectivo normal conduce a una ganancia en la resistencia al corte. El ángulo de fricción intergranular o el ángulo de fricción de estado crítico no cambia. Casi todos los suelos naturales tienen algún grado de cementación ( $c_{cm}$ ), en donde las partículas del suelo están unidas químicamente. Las sales como el carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) son los principales compuestos naturales para cementar las partículas del suelo. El grado de cementación puede variar ampliamente, desde la fuerza

---

de enlace muy débil (el suelo se desmorona bajo presión del arco) a la fuerza de enlace de las rocas débiles. Los suelos cementados poseen resistencia al corte incluso cuando la tensión efectiva normal es cero, es decir, tienen una resistencia inicial al corte bajo una tensión inicial igual a cero. La resistencia al cizallamiento de la cementación se moviliza a niveles de tensión de cizallamiento pequeños (0.001%). En la mayoría de las estructuras geotécnicas, la masa del suelo está sujeta a tensiones de cizallamiento mucho más grandes. Debe ser cauteloso al utilizar  $c_{cm}$  en el diseño, ya que, en grandes tensiones de cizallamiento, se destruirá cualquier resistencia al cizallamiento debida a la cementación en el suelo. Además, la cementación de los suelos naturales es generalmente no uniforme.” (Budhu, 2010, págs. 267 - 269).

Como se explica anteriormente la cohesión completa **NO** se adquiere del ajuste de regresión de los puntos ( $\sigma_{N_i}, \tau_i$ ), **el intercepto con las ordenadas ( $\tau$ ) es solo un intercepto geométrico.**

### **Consolidado drenado (CD)**

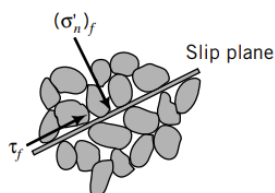
“La muestra se consolida con las líneas de drenaje abiertas hasta que no se produzca más drenaje (se ha consolidado), y cuando se completa el drenaje, la prueba comienza, pero a una velocidad tan lenta que se puede ignorar la presión excesiva de poros. Siempre hay un exceso de presión de poros por encima del nivel estático, ya que es imposible que haya una deformación o movimiento de partículas sin que se produzca esta presión.” (Bowles J. E., 1997, págs. 92, 93).

“La condición de drenaje se produce cuando la presión de poros excesiva desarrollada durante la carga de un suelo se disipa, es decir,  $\Delta u=0$ . La condición sin drenaje ocurre cuando la presión de poros en exceso no puede drenar, al menos rápidamente, desde el suelo; es decir,  $\Delta u \neq 0$ . La existencia de cualquier condición, drenada o no drenada, depende del tipo de suelo, la formación geológica (medidas, capas de arena en arcillas, etc.) y la velocidad de carga. En realidad, ninguna condición es verdadera. Son condiciones limitantes que establecen los límites dentro de los cuales se encuentra la verdadera condición. La velocidad de carga bajo la condición sin drenar es a menudo mucho más rápida que la velocidad de disipación del exceso de presión de poros, y se suprime la tendencia de cambio de volumen del suelo. (Budhu, 2010, pág. 267).

Se debe tener en cuenta que el proceso de consolidación de un corte directo es en una dimensión (unidimensional). (Bowles J. E., 1981, pág. 145), (Bowles J. E., 1997, pág. 92), (Murthy, 2002, pág. 256)

### **Criterio de Falla de Coulomb**

“Los suelos, en particular los suelos granulares, están dotados por la naturaleza de planos de deslizamiento. Cada contacto de una partícula de suelo con otra es un potencial plano micro deslizante. Las cargas pueden hacer que varios de estos planos de micro deslizamiento se alineen en la dirección de menor resistencia. Por lo tanto, podemos especular que un posible modo de falla del suelo es el deslizamiento en un plano de menor resistencia. La ley de Coulomb requiere la existencia o el desarrollo de un plano deslizante crítico, también llamado plano de deslizamiento y en los suelos no sabemos dónde se ubica el plano deslizante.” (Budhu, 2010, pág. 270)



**Ilustración 1. Un plano de deslizamiento en una masa de suelo. Recuperado de (Budhu, 2010, pág. 270) Figure 10.9.**

### **Estado crítico**

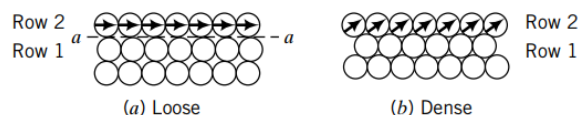
“es un estado de tensión alcanzado en un suelo cuando se produce un corte continuo a una tensión de corte constante a la relación de tensión efectiva normal y volumen constante.” (Budhu, 2010, pág. 262).

### **Dilatación de espécimen**

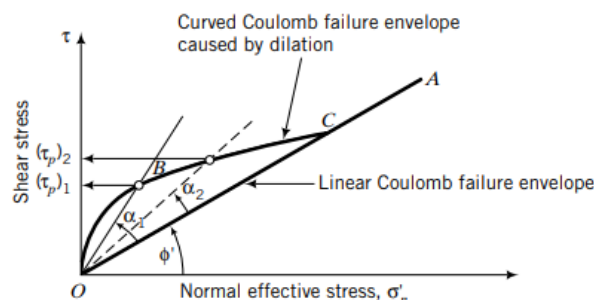
“La expansión de un suelo debido al corte a un valor constante de presión vertical se denomina dilatación.” (Murthy, 2002, pág. 280).

“Supongamos dos suelos de grano grueso: uno suelto, el otro denso como se muestra en la Ilustración 2. Asumiremos que las partículas del suelo son esferas. En dos dimensiones, las matrices de esferas se convierten en matrices de discos. La matriz suelta se obtiene apilando las esferas una encima de otra, mientras que el empaquetamiento denso se obtiene escalonando las filas (ver Ilustración 2). Para simplificar, consideremos las dos primeras filas. Si presionamos (cortamos) la fila 2 en relación con la fila 1 en el conjunto suelto, el deslizamiento se iniciaría en el plano horizontal,  $a - a$ , de acuerdo con la ley de fricción de Coulomb. Una vez que se inicia el movimiento, las partículas en el conjunto suelto tenderían a moverse hacia los espacios vacíos. La dirección del movimiento tendría un componente descendente, es decir, compresión. En el empaquetado denso, el deslizamiento relativo de la fila 2 con respecto a la fila 1 está restringido por el enclavamiento de los discos. El deslizamiento, para el conjunto denso, se iniciaría en un

plano inclinado en lugar de en un plano horizontal. Para el conjunto denso, las partículas deben desplazarse una sobre otra o ser empujadas a un lado, o ambas cosas. La dirección del movimiento de las partículas tendría un componente ascendente, es decir, expansión.” (Budhu, 2010, pág. 271)



**Ilustración 2. Empaquetamiento de discos representando arena suelta (a) y densa (b). Recuperado de (Budhu, 2010, pág. 271) Figure 10.10**



**Gráfico 8-75. Efectos de la dilatación en el sobre de falla de Coulomb. Recuperado de (Budhu, 2010, pág. 272) Figure 10.12**

$$\tau_{Dilata} = c_{cm} + \sigma'_N * \tan(\phi' \pm \alpha)$$

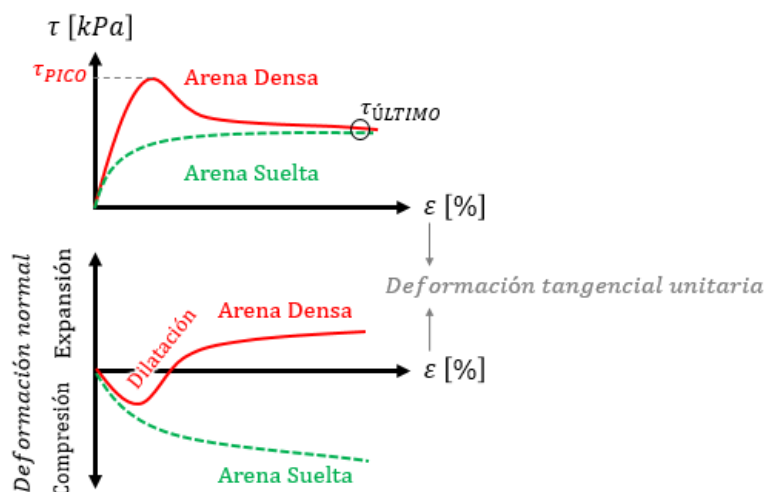
**Resistencia al corte de Coulomb  
cuando la muestra dilata**

**[ 8-1]**

“Interpretaremos la resistencia al corte de los suelos en función de su capacidad para dilatar. Las arenas densas y las arcillas demasiado consolidadas ( $OCR > 2$ ) tienden a mostrar tensiones máximas de cizallamiento y expansión (ángulo de dilatación positivo), mientras que las arenas sueltas y las arcillas normalmente consolidadas y ligeramente sobreconsolidadas no muestran tensiones máximas de cizallamiento, excepto a tensiones efectivas normales muy bajas y tienden a comprimirse (ángulo de dilatación negativo). En nuestra interpretación de la resistencia al corte, describiremos los suelos como suelos en dilatación cuando exhiben tensiones máximas de corte  $\alpha > 0$ , y suelos sin dilatar cuando no presentan una tensión máxima de cizallamiento y alcanzan una máxima tensión de cizallamiento  $\alpha = 0$ . Sin embargo, un suelo sin dilatar no significa que no cambie el volumen (expansión o contracción) durante el cizallamiento. Los términos dilatación y no dilatación se refieren solo a estados de tensión particulares (pico y crítico) durante la deformación del suelo. La resistencia máxima al cizallamiento de un suelo es proporcionada por una combinación de la resistencia al cizallamiento debida al

deslizamiento (deslizamiento por fricción de Coulomb), efectos de dilatación, trituración y reorganización de partículas. En tensiones efectivas normales bajas, la reorganización de las partículas del suelo y la dilatación se facilitan más fácilmente que en tensiones efectivas normales altas. A altas tensiones efectivas normales, la trituración de partículas influye significativamente en la resistencia al cizallamiento. Sin embargo, es difícil determinar la cantidad de resistencia al corte que contribuye al aplastamiento y la disposición de las partículas de los resultados de las pruebas de suelo. Supondremos que la resistencia al corte de un suelo sin cementar es una combinación de resistencia al corte debido al deslizamiento por fricción de las partículas y la dilatación, es decir, estamos combinando las resistencias al cizallamiento debidas a la trituración, la reorganización de las partículas y la dilatación en una sola.” (Budhu, 2010, págs. 280, 281).

En conclusión tal como se muestra en la Ilustración 3, **“la dilatación es una medida del cambio en el volumen de un suelo cuando el suelo está distorsionado por el cizallamiento.”** (Budhu, 2010, pág. 262)



**Ilustración 3. Ensayo de Corte Directo. Curvas típicas. Dilatación en arenas densas. Elaboración propia a partir de (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 377) y (Murthy, 2002, pág. 279)**

### Resistencia pico

“La resistencia de un suelo se suele definir en función de las tensiones desarrolladas en el máximo de la curva tensión-deformación” (Lambe & Whitman, 1991).

---

### **Resistencia residual**

*“Las fallas del suelo in situ dan como resultado cambios en el volumen a lo largo del plano de corte y una considerable remodelación del suelo para que se produzca una reducción significativa de la resistencia. Dado que el suelo en cualquier estado remodelado tiene cierta resistencia que podemos denominar resistencia residual. Dado que todas las fallas provienen de cargas que exceden la resistencia al corte del suelo, los desplazamientos de partículas durante el corte dan como resultado uno de los siguientes casos:*

- ✕ 1. Incremento en el volumen o relación de vacíos ( $e$ ) para suelos densos. Por lo tanto, si el agua de los poros está presente, hay un aumento en el contenido de agua en el plano de falla. En una prueba de compresión de laboratorio, el plano de falla se identifica claramente en muestras de suelo denso o quebradizo.*
- ✕ 2. Disminución del volumen o relación de vacíos ( $e$ ) para suelos sueltos y una reducción en el contenido de agua a lo largo del plano de falla. Raras veces se observa un plano de falla identificable en una prueba de compresión para estas muestras: se acortan y engrosan.*
- ✕ 3. No hay cambios en el volumen si la relación de vacíos presente se encuentra en un valor denominado relación de vacíos crítico. Esta proporción de vacíos rara vez existe in situ, pero las muestras densas y sueltas convergen a este valor de  $e$  en algún nivel de deformación. El valor de resistencia donde las varias curvas de diferentes estados iniciales del suelo convergen para las muestras de suelo denso y suelto se denomina resistencia residual.” (Bowles J. E., 1997, pág. 105)*

### **Ensayo de penetración estándar (SPT)**

*“La prueba de penetración estándar (SPT) se desarrolló alrededor de 1927 y es quizás la prueba de campo más popular. El SPT se realiza introduciendo una muestra estándar de cuchara dividida (cuchara partida) en el suelo mediante golpes de un martillo de una masa de 63.5 kg que cae 760 mm. La muestra se introduce 152 mm (6 pulgadas) en el fondo de un pozo (en el suelo), y se cuenta el número de golpes ( $N$ ) necesarios para conducirlo 304 mm adicionales. El número de golpes ( $N$ ) se llama el número de penetración estándar. La palabra “estándar” es un nombre inapropiado para la prueba de penetración estándar. Varios métodos se utilizan en diferentes partes del mundo para liberar el martillo. Además, prevalecen diferentes tipos de yunques, varillas y longitudes de varillas. Se aplican varias correcciones a los valores de  $N$  para tener en cuenta las pérdidas de energía, la presión de sobrecarga, la longitud de la barra, etc.” (Budhu, 2010, pág. 38).*

Este es un ensayo de campo y se debe realizar siguiendo la normativa: (American Society of Testing Materials (ASTM D 1586), Edition 2011)

*“Los resultados del SPT se han correlacionado con varios parámetros del suelo. La mayoría de estas correlaciones son débiles. La correlación típica entre los valores de  $N$ , la densidad relativa y  $\phi'$ , se debe tener cuidado al utilizar estas correlaciones. No se recomiendan SPT para suelos de grano fino, por lo que las correlaciones para grano fino, se deben usar solo para proporcionar una evaluación de la resistencia relativa al corte de los suelos de grano fino.”* (Budhu, 2010, pág. 313)

## Estadística

### Covarianza

*“Se define la covarianza de una muestra bidimensional como:”* (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 188)

$$S_{xy}^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{n' - 1} \quad [8-2]$$

### Error muestral, de muestreo o de precisión ( $e_{\text{muestreo}}$ )

Cualquier medida de cualquier variable conlleva a cometer algún error; el error de muestreo o error de precisión, hace referencia a la variación natural existente entre muestras tomadas de la misma población. Se incurre en éste error cuando las características estadísticas de una población se estiman a partir de un subconjunto o muestra de la población general, lo ideal es que este entre 1% (0.01) y 9% (0.09). (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Spiegel, Teoría y problemas de probabilidad y estadística, 1976).

La siguiente ecuación se utiliza cuando la población total ( $N^*$ ) es desconocida.

$$e_{\text{muestreo}} = \frac{Z_{\alpha} * \sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n'}} = \frac{1.96 * \sqrt{0.5(1-0.5)}}{\sqrt{n'}} = \frac{0.98}{\sqrt{n'}} \quad [8-3]$$

### Error estándar ( $\sigma_{\epsilon}$ )

Es una variación producida por factores distorsionantes tanto conocidos como desconocidos. El error estándar mide el error aleatorio en un dato estadístico



informado: el tipo de error causado por la variación aleatoria del muestreo al repetir una prueba en las mismas condiciones. (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018).

$$\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - \beta_0 * \sum y_i - \beta_1 * \sum (x_i * y_i)}{gl}} \quad [8-4]$$

### Error o incertidumbre respecto a la pendiente de la recta de regresión ( $\sigma_m$ )

Los intentos para cuantificar los errores o incertidumbre en la estimación de la pendiente de regresión lineal, utilizan la variabilidad estimada en los valores de los parámetros medidos. (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009)

$$\sigma_m = \frac{2 * \beta_1}{r} * \sqrt{\frac{(1 - r^2)}{gl}} \quad [8-5]$$

### Grados de libertad ( $gl$ )

*“El concepto de grados de libertad se puede entender desde un punto de vista geométrico, algebraico e incluso intuitivo. La geometría nos describe a los grados de libertad como espacios e hiperespacios de libertad a través de los cuales una medida de resumen puede moverse y tomar diferentes valores. El punto de vista algebraico los describe como el número de ecuaciones que se establecen usando los datos.”* (De La Cruz Oré, 2013, pág. 1)

$$gl = \begin{cases} n - 1 ; \text{Para} \begin{cases} \text{Desviación estándar} \\ \text{Varianza} \\ \text{Covarianza} \end{cases} \\ n - 2 ; \text{Para} \begin{cases} \text{Valor } t - \text{Student} \\ \text{Error estándar} \\ \text{Incertidumbre de la pendiente} \end{cases} \end{cases} \quad [8-6]$$

### Mediana

*“Es el punto medio del total de observaciones, luego de que han sido ordenados y que deja al mismo número de observaciones por debajo de su valor, así como por arriba de*

-----

él. La mediana es una importante medida de ubicación, en casos en que la media aritmética no es representativa de un conjunto de datos, esta situación se da cuando existe la presencia de valores extremos altos o bajos, en cuyo caso la mediana proporciona un valor más representativo de la tendencia central. Para la determinación de la mediana es necesario que los datos se encuentren previamente ordenados y su valor coincide con aquel que deja el mismo número de observaciones por debajo y por Encima de él.” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, págs. 52, 53).

“Una medida de centralización importante es **la mediana (Me)**. Se define ésta como una medida central tal que, con los datos ordenados de menor a mayor, el 50% de los datos son inferiores a su valor y el 50% de los datos tienen valores superiores. Es decir, la mediana divide en dos partes iguales la distribución de frecuencias o, gráficamente, divide el histograma en dos partes de áreas iguales.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 25)

$$M_e = \begin{cases} x_j ; N \text{ impar} \\ \frac{x_j + x_{j+1}}{2} ; N \text{ par} \end{cases} \quad [8-7]$$

Donde:

N: Tamaño de la muestra o población según el caso.

$x_j$ : Valor central de la muestra o población, datos organizados de menor a mayor.

## Moda

“Es el valor de la observación o elemento que tiene la mayor frecuencia La moda es otra medida de tendencia central, que es muy útil para describir conjuntos de datos nominales y ordinales y su determinación es sencilla, toda vez que queda fijada por la ubicación del elemento que mayor frecuencia tiene, es decir, el que más veces aparece en el estudio. En definitiva, la moda puede determinarse para cualquier conjunto de datos y al igual que la mediana no se ve afectada por la presencia de valores extremos y puede ser determinada para categorías con intervalos abiertos. Sin embargo, la moda tiene una desventaja, la cual hace que no sea muy utilizada, principalmente para datos numéricos y es que muchos estudios no poseen moda no hay elementos con mayor frecuencia o puedan tener varias modas (cuando dos o más elementos tienen la misma mayor frecuencia), dando lugar en este último caso a que los estudios sean bimodales o plurimodales.” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 54)

“Se define la moda (**Mo**) de una muestra como aquel valor de la variable que tiene una frecuencia máxima. En otras palabras, es el valor que más se repite. Hay que indicar que puede suceder que la moda no sea única, es decir que aparezcan varios máximos en la

---

distribución de frecuencias. En ese caso diremos que tenemos una distribución bimodal, trimodal, etc. Evidentemente, en el caso de una variable discreta que no toma valores repetidos, la moda no tiene sentido. Cuando sí existen valores repetidos su cálculo es directo ya que puede leerse directamente de la tabla de distribución de frecuencias.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 27)

## Muestra

“Es un conjunto de elementos seleccionados de una población de acuerdo a un plan de acción previamente establecido (muestreo), para obtener conclusiones que pueden ser extensivas hacia toda la población” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 13)

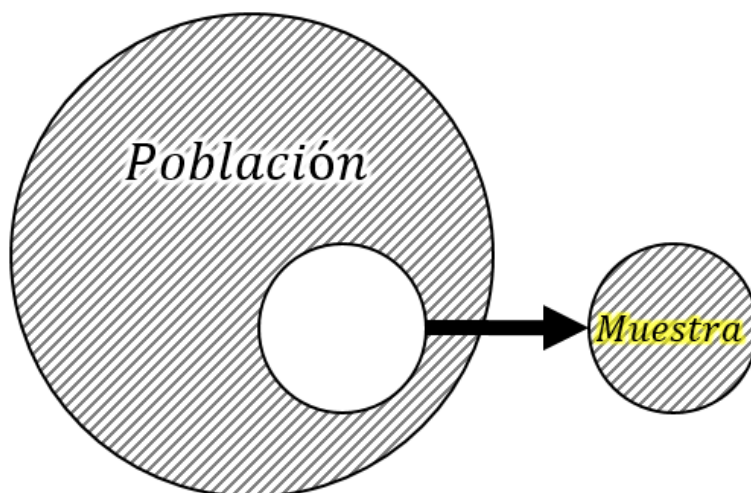
“El objeto de nuestra medida pueden ser caracteres de tipos muy diversos. De ahí que normalmente se clasifiquen en:

✂ **Caracteres cuantitativos:** aquellos que toman valores numéricos.

✂ **Caracteres cualitativos:** también llamados atributos, son aquellos que no podemos representar numéricamente y describen cualidades.

Aunque existen algunas diferencias, el tratamiento para ambos casos es similar, pudiéndose asignar, en muchas ocasiones, valores numéricos a los diferentes caracteres cualitativos.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 12)

“Si el tamaño de las muestras es  $n' < 30$ , lo que se conoce como muestras pequeñas, esta aproximación no es buena y empeora a medida que  $N$  disminuye, de manera que es necesario hacer algunas modificaciones.” (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009, pág. 275)



**Ilustración 4. Población – Muestra. Elaboración propia a partir de (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018)**

### Muestreo

*“Es la técnica que nos permite seleccionar muestras adecuadas de una población de estudio. El muestreo debe conducir a la obtención de una muestra representativa de la población de donde proviene, esta condición establece que cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser incluida en la muestra. El estudio de selección de muestras, en sí constituye todo un estudio pormenorizado, que no atañe al estudio en este texto.”* (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 13)

### Parámetro

*“Es cualquier medida descriptiva o representativa de una población. Generalmente se utilizan las letras griegas como símbolo”* (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 13)

### Población

*“Es el colectivo que abarca a todos los elementos cuya característica o características queremos estudiar; dicho de otra manera, es el conjunto entero al que se desea describir o del que se necesita establecer conclusiones”* (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 13)

*“Conjunto completo de elementos, con alguna característica común, que es el objeto de nuestro estudio. Esta definición incluye, por ejemplo, a todos los sucesos en que podría*

---

concretarse un fenómeno o experimento cualesquiera. Una población puede ser finita o infinita.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 11)

## Probabilidad

“La teoría de la probabilidad surge para poder estudiar los, llamados, experimentos aleatorios. Se dice que un experimento es aleatorio si puede dar lugar a varios resultados sin que se pueda predecir con certeza el resultado concreto. Es decir, al repetir el experimento bajo condiciones similares se obtendrán resultados que, en general, serán diferentes.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 47)

## Promedio (media o esperanza matemática)

“Para esta medida vamos a considerar dos alternativas, no porque el concepto y el criterio de cálculo sean diferentes, más bien responde a condiciones sobre, si la media es obtenida de una población ( $\mu$ : media aritmética de población) o de una muestra ( $\bar{x}$ : media aritmética de una muestra), lo único que cambia es la simbología utilizada para la representación” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 50)

“La principal medida de centralización de la distribución de una variable aleatoria es la media, también conocida como esperanza matemática. Sea una variable aleatoria discreta  $X$  que toma los valores  $x_1, \dots, x_n$  y sea  $f(x)$  su función de probabilidad. Por definición, la media o esperanza matemática  $\mu$  (También representada por  $E(X)$ ) de  $X$  viene dada por la siguiente expresión:” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 68)

$$\mu = E(X) = \sum_i x_i f(x_i) \qquad \text{Promedio de la población} \qquad [8-8]$$

“Es decir, la media se obtiene multiplicando cada valor de  $X$  por su probabilidad y sumando estos productos para todos los posibles valores de  $X$  (el sumatorio se puede extender desde 1 hasta  $n$  ó  $\infty$ ). Evidentemente, el significado de la media es que da un valor típico o **promedio de la variable aleatoria**. Nótese que esta definición es consistente con la de la **media aritmética** para una distribución de frecuencias donde  $N$  es el tamaño de la muestra:” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 68)

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{x_i}{N} \qquad \text{Promedio de la muestra} \qquad [8-9]$$

---

**“Media Aritmética Ponderada:** Constituye un caso especial de la media aritmética y ocurre cuando los **datos individuales ( $x_i$ )**, están categorizados de acuerdo a la **frecuencia ( $f_i$ )** o factores de ponderación. En estos casos la variable está representada por cada valor observado y los pesos constituyen las frecuencias o los factores de ponderación de cada uno de ellos. Para este caso, el cálculo de la media aritmética se reduce a encontrar la suma de los productos de cada valor observado con su respectiva frecuencia y dividirla entre la suma de las frecuencias.” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 52)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i * f_i}{\sum_{i=1}^{i=n} f_i} \quad [8-10]$$

## Variables

“Se entiende por variable estadística al símbolo que representa al dato o carácter objeto de nuestro estudio de los elementos de la muestra y que puede tomar un conjunto de valores. En el caso de que estemos tratando con caracteres cuantitativos, las variables estadísticas pueden clasificarse en: discretas, cuando solo pueden tomar una cantidad (finita o infinita) numerable de valores, y continuas, cuando pueden tomar teóricamente infinitos valores entre dos valores dados. Es la diferencia básica que existe entre contar y medir. Por otra parte, las variables se pueden asimismo clasificar en unidimensionales, cuando solo se mida un carácter o dato de los elementos de la muestra, o bidimensionales, tridimensionales, y en general  $n$ -dimensionales, cuando se estudien simultáneamente varios caracteres de cada elemento.” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 12)

En resumen, “una variable es una característica observable que varía entre los diferentes individuos de una población” (Alvarado Castillo, 2008, pág. 11).

## Dato

El dato es un valor particular de la variable, “es el valor o respuesta que adquiere la variable en cada unidad de análisis. Es el resultado de la observación, entrevista o recopilación en general. Es la materia prima de la estadística.” (Alvarado Castillo, 2008, pág. 10)

- ✂ **Datos en bruto:** “Los datos en bruto son los datos recolectados que aún no se han organizado.” (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009, pág. 37)
- ✂ **Ordenación:** “Son los datos numéricos en bruto dispuestos en orden creciente o decreciente de magnitud.” (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009, pág. 37)

---

✂ **Rango:** “Diferencia entre el número mayor y el número menor.” (Spiegel & Stephens, Estadística, 2009, pág. 37)

### **Dependencia estadística o correlación**

Si entre dos variables los valores que toma una de ellas está relacionada con los que toma la otra, pero no de forma exacta. A partir de: (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018).

### **Dependencia funcional**

Si entre dos variables estadísticas existe una relación de forma que sea posible determinar con exactitud los valores que toma una de ellas a partir de los que toma la otra. A partir de: (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018).

### **Independencia**

Dos variables son independientes si no puede establecerse ninguna relación entre los valores que toma una de ellas y los que toma la otra. A partir de: (Alvarado Castillo, 2008), (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011) y (Salazar P. & Del Castillo G., 2018)

### **Varianza y Desviación Estándar**

“Estas dos medidas de dispersión se basan en los cuadrados de las desviaciones de los elementos con relación a la media aritmética y podemos indicar que **la varianza** ( $\sigma^2$ : Población;  $S^2$ : Muestra) es la media aritmética de las desviaciones cuadráticas con relación a la media aritmética general, mientras que la **desviación estándar** ( $\sigma$ : Población;  $S$ : Muestra) constituye la raíz cuadrada positiva de la varianza. La interpretación de la desviación estándar es la misma que se le dio a la desviación media, es decir, proporciona el valor promedio de las desviaciones de los elementos, con relación a la media aritmética; a pesar de que los valores no son iguales. La interpretación para la varianza es más compleja toda vez que las unidades están al cuadrado, sin embargo, es una medida muy útil cuando se comparan estudios estadísticos de la misma naturaleza.” (Salazar P. & Del Castillo G., 2018, pág. 69)

“La **media** por sí sola no proporciona una adecuada descripción de la distribución de la variable aleatoria. Además de conocer en qué valor se centra esa distribución es importante determinar la dispersión o variación de los valores de la variable aleatoria

---

en torno a la media. Para ello se define la **varianza**, representada por  $\sigma^2$  ó  $Var(X)$ , de una variable aleatoria discreta  $X$  como:” (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, pág. 69)

$$Var(X) = \sigma^2 = E((X - \mu)^2) = \sum_i (x_i - \mu)^2 * f(x_i) \quad \text{Varianza} \quad [8-11]$$

$$S_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} ; S_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1} \quad \text{Varianza de la muestra en "x" o "y"} \quad [8-12]$$

$$\sqrt{\sigma^2} = \sigma; \text{La raíz positiva} \quad \text{Desviación estándar de la población} \quad [8-13]$$

$$\sqrt{S^2} = S; \text{La raíz positiva} \quad \text{Desviación estándar de la muestra} \quad [8-14]$$

## Geología

*Del griego geo, (Tierra), y logos, «discurso». Es la ciencia que persigue la comprensión del planeta Tierra (Tarbuck & Lutgens, 2005).*

### Meteorización

*“La meteorización es la destrucción de rocas sólidas a causa de fuerzas químicas, físicas o biológicas” (Leet & Judson, 1968).*

*“Fragmentación física (desintegración) y alteración química (descomposición) de las rocas de la superficie terrestre, o cerca de ella. La meteorización se produce cuando la roca es fragmentada mecánicamente (desintegrada) o alterada químicamente (descompuesta), o ambas cosas” (Tarbuck & Lutgens, 2005, pág. 176).*

### Meteorización Biológica

*“Las actividades de los organismos, entre ellos las plantas, los animales excavadores y los seres humanos, también llevan a cabo meteorización. Las raíces vegetales crecen entre las fracturas en busca de nutrientes y agua, y, conforme crecen, resquebrajan la roca. Los animales excavadores descomponen aún más la roca desplazando material fresco hacia la superficie, donde los procesos físicos y químicos pueden actuar con más efectividad. Los organismos de la descomposición también producen ácidos que contribuyen a la meteorización química” (Tarbuck & Lutgens, 2005, pág. 179).*



---

### **Meteorización Física o Mecánica**

*“Cuando una roca experimenta meteorización mecánica, se rompe en fragmentos cada vez más pequeños, que conservan cada uno las características del material original. El resultado final son muchos fragmentos pequeños procedentes de uno grande. Se produce desintegración o ruptura en la roca, sin afectar a su composición química o mineralógica. En estos procesos la roca se va fracturando, es decir, se va disgregando en materiales de menor tamaño y ello facilita el proceso de erosión y transporte posterior. Las rocas no cambian sus características químicas, pero sí las físicas. Está causada por las condiciones ambientales. Por consiguiente, al romper las rocas en fragmentos más pequeños, la meteorización mecánica incrementa la cantidad de área superficial disponible para la meteorización química.” (Tarbuck & Lutgens, 2005, pág. 177)*

### **Meteorización Química**

*“Por meteorización química se entienden los complejos procesos que descomponen los componentes de las rocas y las estructuras internas de los minerales. Dichos procesos convierten los constituyentes en minerales nuevos o los liberan al ambiente circundante. Durante esta transformación, la roca original se descompone en sustancias que son estables en el ambiente superficial. Por consiguiente, los productos de la meteorización química se mantendrán esencialmente inalterados en tanto en cuanto permanezcan en un ambiente similar a aquel en el cual se formaron. El agua es con mucho el agente de meteorización disolvente más importante. El agua pura sola es un buen disolvente y cantidades pequeñas de materiales disueltos dan como resultado un aumento de la actividad química para las soluciones de meteorización. Los principales procesos de meteorización química son la disolución, la oxidación y la hidrólisis. El agua desempeña un papel principal en cada uno de ellos” (Tarbuck & Lutgens, 2005, pág. 179).*

### **Minerales**

*“A los sólidos inorgánicos de origen natural, que presentan una composición química más o menos constante y una estructura cristalina, se les denominan minerales” (Klein & Hurlbut, 1998).*

*“Cualquier sólido puede llamarse mineral si: ocurre en la naturaleza, es decir, no es sintético, es químicamente inorgánico, o sea no es un compuesto de carbón o producido por procesos biológicos (con excepción de ciertos carbonatos en conchas); es constante o moderadamente variable en sus propiedades físicas y su composición química. Más sucintamente, un mineral es una sustancia inorgánica que ocurre naturalmente,*

---

*caracterizada por una propiedad física y una composición química casi constante dentro de un rango definido muy restringido” (Miller & Scholten, 1966)*

### **Geología y Geomorfología del Valle de Aburrá**

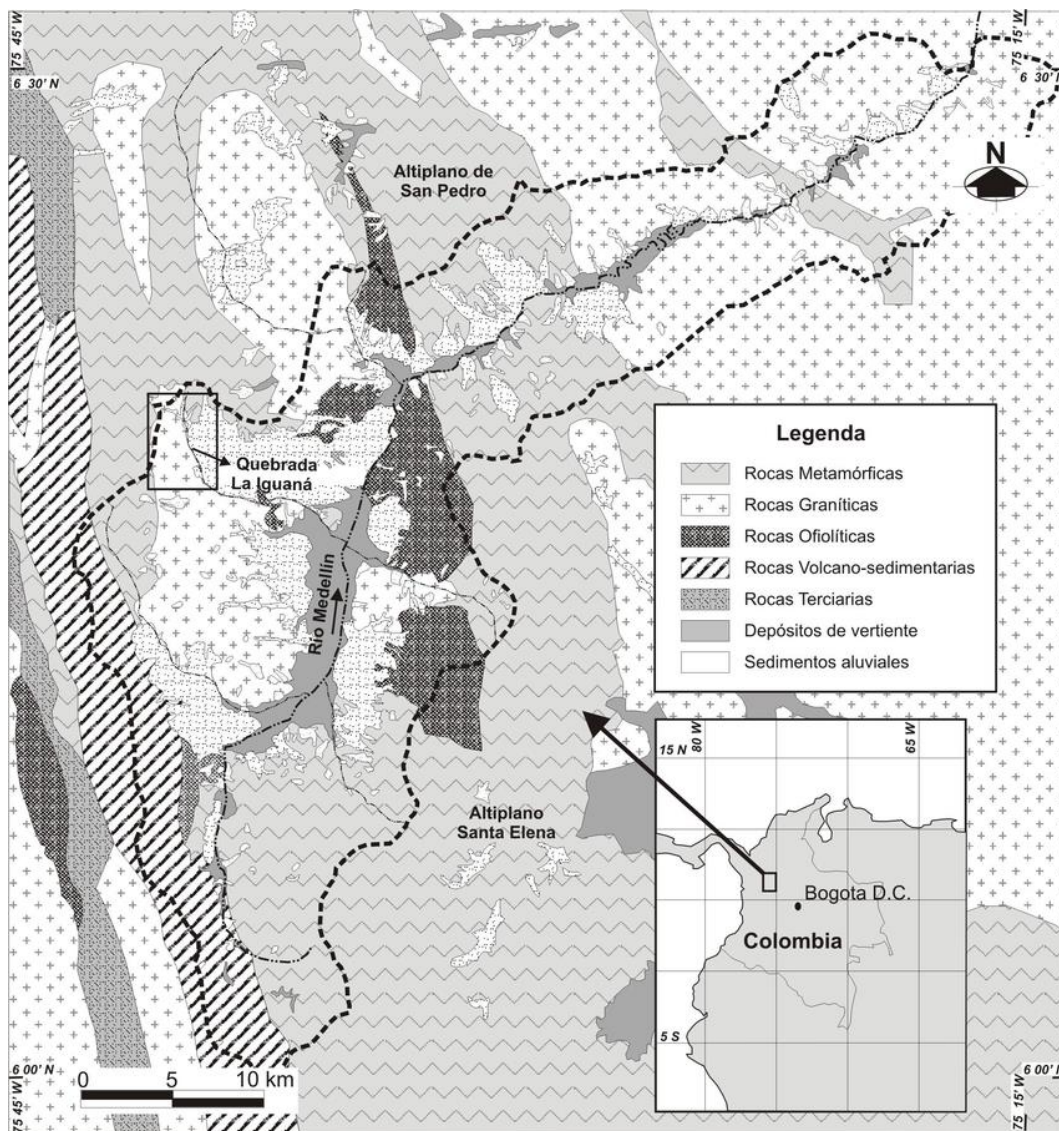
*“El valle de Aburrá está localizado al norte de la cordillera Central; está compuesto de un basamento metamórfico paleozoico, rocas ígneas ultrabásicas, una secuencia volcano sedimentaria, cuerpos graníticos intrusivos y depósitos de vertiente y aluviales” (Maya & Gonzalez, 1995). El basamento metamórfico, conformado esencialmente por secuencias intercaladas de esquistos, anfibolitas y gneises, fue obducido durante el Cretácico por cuerpos alargados de composición dunítica, basaltos y sedimentos de origen marino, fuertemente afectados tectónicamente (Restrepo A. & Francois Toussaint, 1985). Adicionalmente, tonalitas y granodioritas cretácicas y triásicas de composición ácida a intermedia, intruyeron este complejo cuerpo metamórfico (J. McCourt, A. Aspden, & M. J., 1984). El mapa geológico del valle de Aburrá y los depósitos de vertiente asociados al origen y conformación del valle” (Aristizábal & Yokota, 2008, pág. 6) se muestra en la Figura 8-1.*

*“El valle de Aburrá tiene un área de 1 152 km<sup>2</sup> con una longitud de 65 km. Morfológicamente, es definido por (Arias, 2003) como una depresión con orientación surnorte de fondo plano, localizada en la parte alta de la cordillera Central, limitada por respaldos laterales muy inclinados en roca y cubiertos en la parte baja por flujos de lodos. Las alturas del fondo del valle varían entre 1 000 y 3 000 msnm hacia su nacimiento. El interior del valle es caracterizado por terrazas, llanuras aluviales a lo largo del río Medellín y depósitos aluviotorrenciales que forman abanicos a lo largo de sus principales tributarios.” (Aristizábal & Yokota, 2008, pág. 7)*

*“Tres grandes sectores pueden identificarse en el valle. La parte central que consiste en un valle amplio, limitado al oriente y occidente por valles tributarios de la quebrada Santa Elena y La Iguaná, respectivamente, de gran extensión y evolución, mientras que los sectores norte y sur consisten en un estrecho valle asimétrico limitado por vertientes con fuertes pendientes.” (Aristizábal & Yokota, 2008, pág. 7)*

*“En los alrededores de Medellín predominan las rocas metamórficas e ígneas. Tentativamente se asignan al precámbrico las Granulitas y Migmatitas de El Retiro. Durante el Cretácico medio uno o varios cabalgamientos provenientes del occidente emplazaron las Anfibolitas de Medellín y esquistos asociados, así como al complejo Ofiolítico del Cauca, al cual pertenecen la Dunita de Medellín y Formación Quebradagrande. El evento metamórfico cretácico alcanzó a afectar radiométricamente a rocas más antiguas, detectándose en ellas por edades cercanas a 100 m.a. Tanto la Dunita de Medellín como las espilitas de la formación Quebradagrande, de edad*

cretácica, fueron también afectadas por un metamorfismo, tal vez durante el cabalgamiento. Las rocas ígneas que afloran en el Valle de Aburrá son principalmente de edad cretácica tardía, como los Batolitos de Antioquia y de Ovejas y el Stock de Altavista. Este último cuerpo presenta variaciones litológicas desde andesitas hasta adamelitas alcalinas. De otro lado, el prequeño Stock de San Diego es más básico que el Batolito Antioqueño, desarrollando olivino y piroxenos, aunque probablemente sea una diferenciación de éste. También hay un pequeño cuerpo, el Pórfido de Ancón, que puede ser más joven, tal vez mio-plioceno.” (Restrepo A. & Francois Toussaint, 1985)



**Figura 8-1. “Mapa geológico simplificado del valle de Aburrá. La línea discontinua marca el borde de la cuenca del valle. En la parte superior izquierda: valle**

---

**tributario de La Iguaná." Recuperado de (Aristizábal & Yokota, 2008, pág. 7)  
Figura 1.**

*"Los tres factores principales en el modelado de la geomorfología de una región son: el clima, la naturaleza de las rocas que forman el subsuelo y su tectónica. Entre los elementos que forman el clima y que están íntimamente relacionados entre sí, el más importante en la región que nos ocupa es la cantidad de lluvia y su distribución estacional. Probablemente el contraste más interesante en esta región es la variación de la precipitación pluvial entre los valles de los ríos, especialmente el Porce y la alta meseta, aumentando generalmente la precipitación. A pesar de la mayor altura de San Pedro y Mazo su menor precipitación se debe, posiblemente, a su situación más abierta en la meseta, en tanto Rionegro y El Retiro en sus valles, son favorecidos por la condensación de las montañas vecinas. Caldas y en menor escala El Retiro, se benefician por la migración de nubes procedentes del valle del Río Cauca que se condensan en las vecindades de estas poblaciones. La influencia de la altimetría en la temperatura es conocida desde hace años y la división zonal de climas que desde tiempos de Humboldt (1817) y Caldas (1809) pasando por Hettner (1896). El Valle de Aburrá se encuentra ubicada entre las zonas templadas y fría." (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963, págs. 15 - 18)*

*"La vegetación de la región se extiende hasta sus partes más elevadas y favorece a la formación de regolitos profundos, donde la topografía se presta a ello, que es en casi toda la extensión, pues la roca desnuda sólo se presenta en las pendientes extremas, prácticamente verticales." (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963, pág. 19)*

*"Los elementos fisiográficos de primer orden, dividen a Colombia en dos grandes regiones, la oriental en su mayoría de bajo relieve y la occidental predominantemente montañosa. Las unidades de segundo orden en que puede subdividirse la zona occidental, traen consigo la indeterminación de la continuidad que la mayoría de ellas tienen con las regiones vecinas. En el caso de la división que directamente nos ocupa, el macizo Antioqueño, podría definirse como un bloque cordillerano formado en su mayoría por rocas plutónicas y metasedimentarias en proceso activo de erosión." (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963, pág. 20)*

*"Todo el macizo Antioqueño, el fondo tectónico es el levantamiento de tierras por la orogenia andina en sus distintas fases a partir del Cretáceo hasta hoy. A medida que estos levantamientos se efectuaron, en los intervalos de actividad tectónica, las tierras fueron reducidas a una topografía más o menos plana o penillanuras, en parte por erosión y en parte por relleno. Durante la época de estabilidad relativa que precedió al*

---

*paroxismo andino Plio-pleistoceno, la erosión de esas tierras esbozó una serie de valles producidos por la diferencia de resistencia a la meteorización entre las rocas plutónicas y las metamórficas. Los valles de Santa Rosa, Yarumal, La Ceja, Rionegro, Ovejas, El Retiro, etc. Fueron iniciados en esta época y acentuados posteriormente al aumentar, por el levantamiento tectónico, la pendiente de los ríos que los drenan y que al final los harán desaparecer al excavar valles o cañones más jóvenes.” (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963, págs. 21, 22)*

*“Los depósitos de talud (depósitos de vertiente o flujos), son importantes en las vertientes de algunos valles, entre los cuales podemos citar la zona entre Medellín (Robledo) y Bello hacia el oeste, algunos lugares de la carretera de Medellín a las Palmas, la banda oriental del río Medellín, entre otros. Estos taludes están formados por bloques de muy distinto tamaño, provenientes de las rocas vecinas y que en ciertos casos llegan a tener una gran consolidación dando cortes verticales estables, característica que es muy notoria especialmente cuando los clásticos proceden de serpentina. Se reconocen espesores de más de 60 m y muchas de estas masas de talud se mueven lentamente problemas de fundaciones para estructuras civiles en áreas de densa población como la zona Robledo-Bello y área oriental de Medellín. (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963, pág. 41)*

### **Anfibolitas de Medellín (TRaM)**

*“Alvarez (1975) plantea como origen para las Anfibolitas de Medellín, silos y diques básicos que intruyeron un conjunto de metapelitas, además, considera que hubo como mínimo un metamorfismo conjunto, entre las metapelitas y las anfibolitas.” (Álvarez M. , 1975).*

*“La unidad metamórfica de mayor extensión en la plancha 147 Medellín Oriental está constituida por varios cuerpos de anfibolitas, que en conjunto han sido denominadas Anfibolitas de Medellín; estos cuerpos pueden presentar variaciones texturales y mineralógicas y en las relaciones con otras unidades litológicas, lo cual podría indicar más de un origen, edad e historia metamórfica. Sin embargo, teniendo en cuenta el detalle de la cartografía geológica hecha durante el proyecto y la información petrográfica y geoquímica disponible, se considera como una sola unidad homogénea.” (INGEOMINAS, 2005)*

### **Batolito Antioqueño (K2-Pi)**

---

*“El nombre de esta unidad proviene del departamento de Antioquia ( Botero Arango, Formaciones geológicas de Antioquia, 1940) (Botero Arango, Contribución al conocimiento de la petrografía del Batolito Antioqueño, 1942)) donde aflora sobre la parte axial de la Cordillera Central, cubriendo un área aproximada de 7.800 km<sup>2</sup> , sin incluir los cuerpos satélites, separados del cuerpo principal por rocas metamórficas. En la plancha 147 Medellín Oriental, de este cuerpo afloran 1.100 km<sup>2</sup> , un 14% de la extensión total; hacia la parte oriental y aunque en gran parte presenta una meteorización profunda, se puedan observar algunos afloramientos característicos en los cortes de las vías Santuario (H-6) – río Cocorná (H-8), Marinilla (F-6) - El Peñol (F-7) – Guatapé (F-9), Guarne (C-3) - San Vicente (C-6), Autopista Medellín – Guarne, entre el alto de Las Rosas (B-3) y Guarne (C-3), en los ríos Cocorná (H-8), Rionegro (D-6, 7) y en varias de las quebradas que drenan el área. En el presente trabajo se han considerado como parte del Batolito Antioqueño, posiblemente apófisis de éste, algunos cuerpos menores granitoides que, aunque separados geográficamente del cuerpo principal, presentan características litológicas, mineralógicas y texturales similares y una posición que hace suponer una relación genética con éste. Las rocas del Batolito Antioqueño y los procesos de meteorización y erosión que sobre ellas han actuado generan geoformas de semicolinas redondeadas de poca altura, donde los agentes de transporte del material, modelan el paisaje y contribuyen a formar vertientes cortas en valles estrechos, con drenaje dendrítico como respuesta a los procesos de escorrentía. Esto permite encontrar el material saprolítico profundo expuesto en superficie que luego es fácilmente removilizado por procesos erosivos.” (INGEOMINAS, 2005, pág. 176)*

*“En plancha 147 Medellín Oriental, son relativamente escasos los afloramientos del Batolito Antioqueño y la mayor parte del área donde aflora está cubierta por un suelo arcilloso y saprolito arenoso, formados por procesos de meteorización física y química bajo la influencia del clima, la vegetación y la acción antrópica que en muchos casos ha acelerado el proceso debido a la tala del bosque primario para el desarrollo agropecuario y urbanístico de la región; además, las características físicas del macizo rocoso, tales como el fracturamiento, diaclasamiento y presencia de zonas de cizalladura, así como el empaquetamiento de los cristales facilitan el acceso de los agentes de meteorización, especialmente el agua, y por lo tanto el debilitamiento de la estructura de la roca acelerando el proceso de meteorización. La baja resistencia a la alteración de las rocas de Batolito Antioqueño origina un perfil de meteorización muy profundo, 10 a 50 m, donde es común encontrar bloques esféricos residuales parcialmente meteorizados, constituidos por gravas y arenas, y que en conjunto forman un paisaje de colinas subredondeadas de baja altura. La meteorización de las rocas del Batolito Antioqueño, se inicia con la alteración de la biotita que libera el hierro al reaccionar con el agua meteórica, formándose una corona de hidróxidos de hierro insolubles alrededor del mineral primario y tomando un color violeta a granate, los feldespatos alcalinos y la plagioclasa se alteran a arcillas y toman un color crema*

---

amarillo, mientras que el cuarzo no sufre alteración y se concentra como riegos en el suelo residual. El saprolito actual que cubre gran parte de los afloramientos del Batolito Antioqueño en la plancha 147 Medellín Oriental, está constituido por feldespatos caolinizados, láminas finas de biotita y ocasionalmente de moscovita, algunos cristales de hornblenda y granos de cuarzo sacaroidal de color blanco a gris. A pesar del avanzado estado de meteorización, el saprolito conserva en gran parte, la estructura ígnea fanerítica granular de la roca original, con un color moteado blanco a crema de cuarzo – feldespato y rojizo en diferentes” (INGEOMINAS, 2005, pág. 189)

### **Complejo El Retiro**

“Se propone el nombre de Complejo El Retiro, teniendo como base las recomendaciones y sugerencias de la Guía Estratigráfica Internacional (1994). Para su subdivisión se tuvo en cuenta el grado de conocimiento cartográfico alcanzado, principal limitante de los trabajos anteriores, que no permitió tener la certeza geológica de la extensión de cada una de las unidades hasta el momento propuestas; además, del control cartográfico que sobre cada una de las unidades se realizó, la subdivisión del Complejo El Retiro se fundamentan en las relaciones estratigráficas de las diferentes unidades basadas en las descripciones de campo y de las muestras de roca, de los análisis petrográficos y en los resultados de los trabajos realizados por numerosos investigadores en el pasado, de los cuales aportan datos fundamentales para el presente estudio. Además, se tiene en cuenta las condiciones de metamorfismo que afectaron las diferentes unidades que conforman el Complejo El Retiro. De acuerdo con las consideraciones anteriores, el Complejo El Retiro ha sido dividido en: Anfibolitas de Medellín, Migmatitas de Puente Pelaéz, el Neis de La Ceja, Neis milonítico de Sajonia y Granofels de Normandia.” (INGEOMINAS, 2005)

### **Dunitas de Medellín (JKuM)**

“Al oriente y norte de Medellín se presenta un cuerpo elongado de dunita metamórfica con dirección noroeste y un área aproximada de 70 km<sup>2</sup> asociado con ortoanfibolitas del Proterozoico-Paleozoico inferior” (Álvarez J. , 1987) (INGEOMINAS, 2001, pág. 90)

“El contacto de la dunita con la anfibolita es fallado y de posición variable: en los sectores central y sur es subhorizontal mientras que en el norte es vertical. Además, la delimitación de este contacto y su relación con la topografía actual sugiere una forma subhorizontal. En ningún sitio se observan efectos de metamorfismo térmico producidos por la ultramafita y en áreas no afectadas por metamorfismo dinámico, la anfibolita conserva su composición normal; lo anterior sugiere que al menos parte del contacto es subhorizontal fallado o poco inclinado y que la dunita suprayace la anfibolita.” (Álvarez J. , 1987), (INGEOMINAS, 2001, pág. 90) y (Restrepo A. & Francois Toussaint, 1973)



---

*“La dunita es una roca maciza, de color verde oliva a verde oscuro, a veces verde amarillento en superficies de cizalladura. Tiene apariencia homogénea y es finogranular. La roca primaria está constituida por olivino, sin piroxenos y muestra transformación variable a serpentina, anfíboles, talco, clorita y magnetita; el grado de serpentización es mayor hacia los bordes del cuerpo donde se encuentran rocas de tremolita-clorita y cloríticas. La textura es deformacional con aspecto transicional a texturas de mosaico con cristales de olivino alargados. Esta fábrica es más notoria cuando avanza el proceso de serpentización. El mineral predominante es olivino magnésico y como accesorios aparecen espinela cromita y magnetita. Minerales de serpentina son los productos de alteración más comunes, predominando antigorita con cantidades menores de crisotilo y lizardita. El crisotilo es fibroso y se forma en las primeras etapas de alteración; los otros minerales de serpentina son más abundantes y se encuentran en láminas, fibras y escamas. Además, se han encontrado en diversas proporciones clorita, tremolita derivada de olivino y comúnmente alterada a clorita, serpentina y carbonatos. Talco se encuentra ocasionalmente asociado a minerales serpentínicos o rellenando venas. La dunita se presenta plegada lo cual ocasiona que las estructuras planares primarias muestren inclinación variable; en la dunita bandeada o con foliación bien desarrollada, se encuentran pliegues métricos amplios y pliegues internos, cerrados centimétricos.” (Álvarez J. , 1987) (INGEOMINAS, 2001, pág. 90)*

### ***Gabro de San Diego (KgSD)***

*“El término Gabro de San Diego, fue propuesto por (González, Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Tonalita de Ovejas, 2002) para definir como unidad litoestratigráfica de origen ígneo, el cuerpo descrito como Stock de San Diego por (Restrepo A. & Francois Toussaint, 1985). Este cuerpo tiene forma irregular ligeramente alargada con su eje principal de dirección NW con extensión de 7 km<sup>2</sup>, entre la quebrada Santa Elena (D-1; E-1) y la parte alta de El Poblado en la ciudad de Medellín y en especial alrededor del sitio conocido como San Diego de donde recibe su nombre.” (INGEOMINAS, 2005, pág. 159)*

*“El perfil de suelo desarrollado sobre este cuerpo no presenta los horizontes definidos y claros de una la roca ígnea y en superficie se encuentra cubierto por flujos de diferentes tipos. La roca predominante en el Gabro de San Diego es de color gris pardusco moteado de negro, fanerítica inequigranular de grano medio a grueso, localmente equigranular de grano medio o pegmatítica con hornblendas que alcanzan hasta 10 cm. En algunos afloramientos diques de composición más ácida y fracturas sin una dirección preferencial definida cortan el cuerpo principal. Las rocas predominantes corresponden a gabros y dioritas con plagioclasa, piroxenos y hornblenda como constituyentes principales a veces con cuarzo accesorio (Tabla 26) conformando dos facies: una*



---

*gabroide y otra diorítica.*” (González, Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Tonalita de Ovejas, 2002) e (INGEOMINAS, 2005, pág. 160).

### ***Migmatitas de Puente Peláez (TRmPP, T-Mag3)***

*“González (1976, 1980), estudia las rocas del sur de Antioquia y norte de Caldas e identifica migmatitas con intercalaciones de gneises, suprayacidas discordantemente por cuarcitas a las cuales denomina Migmatitas de Puente Peláez. Propone la ocurrencia de tres sucesos metamórficos: uno en el Paleozoico temprano o Precámbrico con formación de migmatitas y anfibolitas, otro en el Paleozoico medio o tardío con metamorfitas de bajo y medio grado, y uno térmico en el cretácico en el que se formaron los Esquistos Anfibólicos del río Cauca. Para las unidades de anfibolitas advierte que posiblemente tienen diferentes edades.”* (González, Geología del Cuadrángulo J-8 (Sonsón), 1976) (González, Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salaminak) del Mapa Geológico de Colombia, 1980)

### ***Stock de Altavista (KdA, Kida)***

*“Este plutón fue descrito parcialmente por (Scheibe, 1933) en la Quebrada Altavista, al occidente de Medellín. (Grosse, 1926) hizo un estudio detallado de la facies marginal noroccidental, dentro del conjunto denominado «Dioritas tipo Boquerón». (Botero Arango, Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia, 1963) denomina Batolito de Altavista al cuerpo plutónico que aflora al oeste de Medellín, y que en su parte central es recorrido por la Quebrada Altavista de la cual recibe su nombre. Trabajos recientes en el área han permitido delimitarlo con mayor precisión, alcanzando una extensión de 84 km<sup>2</sup>, por lo cual se designa como Stock en lugar del término batolito utilizado originalmente.”* (INGEOMINAS, 2001, pág. 122)

*“Este cuerpo se caracteriza por la variedad petrográfica y estructural típica de plutones emplazados en la epizona (Buddington, 1959). Los tipos de roca varían desde porfídicas con matriz afanítica y composición andesítica a dioritas, tonalitas y gabros; en los bordes presenta facies gabroides y son comunes zonas de brecha, en los contactos con anfibolita. El color varía desde casi negro en los tipos híbridos de contacto hasta gris claro en las facies normales. En las rocas porfídicas predominan colores grises en varias tonalidades. La composición modal varía entre amplios límites, así como la textura, aún en zonas próximas, por lo cual es difícil determinar un tipo litológico predominante aunque en conjunto todas tienen los mismos minerales esenciales. La plagioclasa varía entre An 10 y An 32 y en los contactos alcanza An 58. Su porcentaje y proporción con respecto a ortoclasa es muy variable: puede ser el único feldespato presente o bajar a un 15%; se caracteriza por la presencia de coronas de reacción, cristales bien maclados, pero rara vez zonados. La ortoclasa muestra texturas de exolución y es común*

---

*intercrecida con cuarzo, en la parte de los granófidios. Cuarzo es más abundante en las rocas granulares y es accesorio en las porfídicas donde puede llegar a faltar. En los granófidios aparece intercrecido con ortoclasa; el máfico más abundante es hornblenda en cristales tabulares bien desarrollados o en agregados de cristales finos, es reemplazada por biotita y epidota y a su vez algunos cristales muestran núcleos incoloros de clinopiroxeno. Biotita de color marrón a verde, aparece primaria y como producto de reemplazamiento de hornblenda. Los accesorios más comunes son apatito, circón, óxidos de hierro y como productos de alteración sericita y caolín según feldespatos y clorita-epidota de máficos.” (INGEOMINAS, 2001, pág. 122)*

## **Rocas**

*“Las rocas son agregados naturales duros y compactos de partículas minerales con fuertes uniones cohesivas permanentes que habitualmente se consideran un sistema continuo. La proporción de diferentes minerales, la estructura granular, la textura y el origen de la roca sirven para su clasificación geológica” (Gonzáles de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002).*

*“Una roca es cualquier agregado natural de minerales, mineraloides, vidrio o partículas orgánicas” (Rey Quijano, 2004, pág. 45).*

*“Las rocas se forman como resultado de diversos procesos terrestres (geológicos). Estos procesos formadores de rocas, interactúan en un ciclo de rocas continuo. Estos procesos producen tres tipos de rocas y cada tipo también tiene rasgos texturales y estructurales propios” (Busch, 1993).*

## **Rocas Ígneas**

*“Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento de las rocas fundidas (las cuales están en estado líquido por causa de calor y la presión característicos de zonas profundas cercanas al manto). Las rocas fundidas se presentan debajo de la superficie terrestre (donde se llama magma, el proceso de solidificación de éste se llama cristalización) y en la superficie (donde se conoce como lava). El enfriamiento de las rocas fundidas puede ocurrir en cualquier lugar, formando rocas ígneas de diferentes características. Cuando el magma se enfría en lo profundo, éste forma varios cuerpos rocosos que se introducen en las rocas ya existentes. Los cuerpos más grandes son los batolitos (afloración de más de 100 km<sup>2</sup>, si aflora menos se llama Stock). Si el magma circula paralelo a los estratos o capas de roca y se solidifica allí forma un cuerpo denominado Sill, si lo hace atravesando los estratos se llama dique o si se endurece en forma de cúpula arqueando los estratos*

---

*suprayacentes entontes forma un lacolito. Cuando la roca fundida se enfría en la superficie, ésta forma los llamados flujos de lava” (Rey Quijano, 2004, pág. 47).*

*“Las rocas ígneas pueden tener varias texturas, incluidas las cristalina, vítrea o finogranular. Estas rocas comúnmente contienen minerales de olivino, piroxeno, anfíboles, cuarzo o feldespatos. Las rocas ígneas formadas a partir de flujos de lava pueden tener formas aerodinámicas viscosas o capas (formadas por los repetidos flujos de lava). Las rocas ígneas carecen de fósiles y granos orgánicos” (Rey Quijano, 2004)*

### **Rocas Metamórficas**

*“Las rocas metamórficas han sufrido alteraciones (cambios) físicas y/o químicas ambos por acción del intenso calor y la presión, o la acción química de fluidos calientes; por lo tanto, las rocas metamórficas tienen estructuras que indican deformación (plegamiento, fractura extensa, fallas y foliaciones). Los fósiles, si se presentan, también están deformados (estirados o triturados). Las rocas metamórficas a menudo contienen granate, micas o turmalina; estos dos últimos se encuentran también en rocas ígneas. La serpentina, epidota, grafito, talco y galena sólo aparecen en rocas metamórficas. El metamorfismo puede ocurrir a lo largo de grandes regiones o en pequeñas zonas de contacto” (Busch, 1993) y (Rey Quijano, 2004, pág. 49).*

### **Rocas Sedimentarias**

*Las rocas sedimentarias se forman de dos maneras (Rey Quijano, 2004, pág. 48):*

✂ **Primero:** *Por la litificación que consiste en el endurecimiento de los sedimentos, es decir, de materiales sueltos de fragmentos de materiales terrestres (rocas y/o minerales) que se han originado por la desintegración de y descomposición de rocas y minerales pre-existentes y que han sido depositados por el viento, el agua o el hielo. (Rey Quijano, 2004, pág. 48)*

✂ **Segundo:** *Por precipitación que produce cristales a partir de aguas y los congrega como agregados. El proceso de litificación se produce cuando las rocas son compactadas (presión – endurecimiento) o cementados (unidas por pequeños cristales precipitados a partir de fluidos en los poros de los sedimentos). (Rey Quijano, 2004, pág. 48)*

*“De esta manera muchas rocas sedimentarias tienen texturas clásticas y son estratificadas. Los clastos (fragmentos de rocas y/o minerales), están colocados en estratos debido al ordenamiento de acuerdo con el agente que los transporta como el viento o el agua. Frecuentemente los clastos incluyen fragmentos de formas de vida, por*

---

lo cual los fósiles se constituyen en una propiedad para diagnosticar las rocas sedimentarias. Otras rocas sedimentarias se presentan como capas de agregados cristalinos precipitados del agua. Éstos incluyen estalactitas en forma de carámbano (pedazos de hielo largo y puntiagudo o lo que llaman forma de “hielo colgante”) los cuales se encuentran suspendidos en los techos de las cavernas. Los minerales comunes en las rocas sedimentarias incluyen calcita, dolomita, yeso o halita” (Rey Quijano, 2004, pág. 48).

## **Suelo**

“Con pocas excepciones, la superficie de la Tierra está cubierta por el regolito (rhegos = manta; lithos = piedra), la capa de roca y fragmentos minerales producidos por meteorización. Algunos llamarían suelo a este material, pero el suelo es más que la acumulación de restos meteorizados. El suelo es una combinación de materia mineral y orgánica, agua y aire: la porción del regolito que sustenta el crecimiento de las plantas. Aunque las proporciones de los principales componentes que hay en el suelo varían, siempre están presentes los mismos cuatro componentes alrededor de la mitad del volumen total de un suelo superficial de buena calidad está compuesto por una mezcla de roca desintegrada y descompuesta (materia mineral) y de humus, los restos descompuestos de la vida animal y vegetal (materia orgánica). La otra mitad consiste en espacios porosos entre las partículas sólidas donde circula el aire y el agua” (Tarbuck & Lutgens, 2005, pág. 186).

## **Suelo residual**

“Un suelo derivado por la meteorización y descomposición de la roca in situ, el cual no ha sido transportado de su localización original” (Blight, 1977)

“Suelo maduro, que está constituido por minerales secundarios y primarios que resistieron la meteorización, presenta gradación variable y no tiene ninguna herencia de su roca de origen, siendo su comportamiento similar al de un suelo sedimentario. Se trata principalmente de un suelo homogéneo con estructura porosa” (Deere & Patton, 1971)

## **Suelo tropical**

“En la primera mitad del siglo XX, los suelos tropicales fueron investigados principalmente por científicos europeos capacitados en ciencias del suelo según conceptos basados en el conocimiento existente sobre suelos templados en ese momento.” (Royal Academy for Overseas Sciences, 2002, pág. 7)

---

*“La capa de grava laterítica dio lugar a una extensa literatura sobre líneas de piedra en perfiles de suelos tropicales, con la participación de geomorfólogos. Muchos pedólogos y geólogos de ORSTOM estudiaron en detalle las relaciones entre la roca madre, el suelo saprolito, a menudo en estrecha colaboración con mineralogistas y geoquímicos del grupo de Millot en Estrasburgo.” (Royal Academy for Overseas Sciences, 2002, pág. 9)*

*“Con el advenimiento de la ciencia del suelo, a fines del siglo XIX, cuando la ubicación y las características de los suelos se asociaron con el clima y las zonas de vegetación, los suelos de los trópicos húmedos se reconocieron como una entidad zonal separada llamada “suelos lateríticos de bosques tropicales”. El término “laterítico” se derivó de “Laterita” (del latín, más tarde, ladrillo) acuñado para describir una arcilla rica en hierro observada en Malabar, sur de la India, que se endureció con la exposición y se usó como material de construcción. Con el tiempo, se consideró que “Laterita” era representativa de la formación de suelo en los trópicos húmedos y el concepto se extendió progresivamente a suelos con arcilla moteada, con concreciones de hierro o una sartén de hierro y a una amplia gama de suelos rojos de diferente carácter. Inicialmente, ‘Laterita’ se definió en términos de relaciones molares de sílice y sesquióxidos que separan los alitos, siallitas y ferralitas.” (Royal Academy for Overseas Sciences, 2002, pág. 15)*

*“La meteorización avanzada de las rocas en los trópicos sub-húmedos produjo suelos tropicales “típicos”: de color rojo o amarillo y fuertemente lixiviados. Características adicionales: son profundos, de textura fina, no contienen más que trazas de minerales intemperie, tienen arcillas de baja actividad, menos del 5% de estructura de roca reconocible y límites graduales del suelo. Las diferencias entre los suelos en los trópicos sub-húmedos a menudo se pueden atribuir a las diferencias en la litología y/o el régimen de humedad (pasado).” (World Soil Resources Reports, 2001, pág. 147)*

*“Son comúnmente llamados suelos tropicales, aquellos que ocurren entre los trópicos, o sea, entre los paralelos 30° N y 30° S de latitud, y presentan propiedades ingenieriles particulares diferentes de aquellas características de los suelos de regiones templadas” (Camapum de Carvalho, 2004).*

*“Los suelos tropicales no son uniformes, debido a la gran variedad de climas, vegetación, material orgánico, geomorfología y edad. La única propiedad común en todos los suelos tropicales es su régimen uniforme de la temperatura del suelo” (Buol, Hole, & McCracken, 1973)*

---

## Geotecnia

*“Geotecnia es la aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas” (Escobar Potes & Duque Escobar, 2017)*

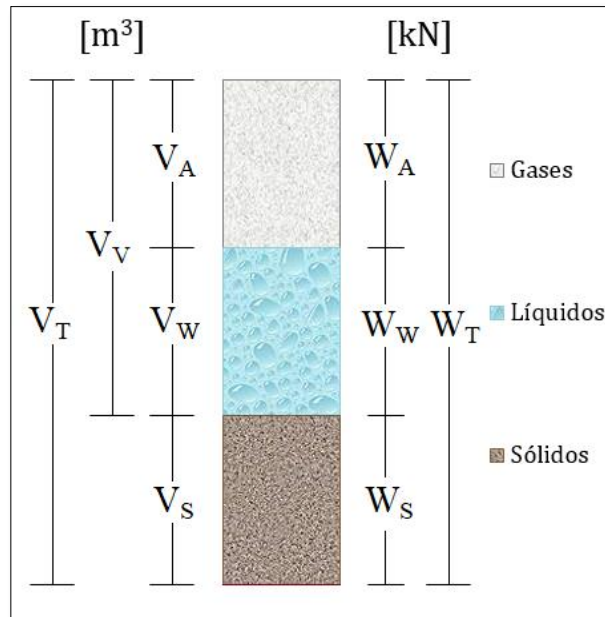
### Mecánica de suelos

*“La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica” (Terzaghi, 1943).*

### Relaciones volumétricas y gravimétricas

✂ **Fases del suelo:** *“En el suelo se distinguen tres fases constituyentes: la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo (incluyendo la capa sólida adsorbida); la líquida por el agua (libre, específicamente), aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, si bien puede estar presentes otros gases (vapores sulfurosos, anhídrido carbónico, etc.). La capa viscosa del agua adsorbida que presenta propiedades intermedias entre la fase sólida y la líquida, suele incluirse en esta última, pues es susceptible de desaparecer cuando el suelo es sometido a una fuerte evaporación (secado). Las fases líquida y gaseosa del suelo suelen comprenderse en el volumen de vacíos, mientras que la fase sólida constituye el volumen de los sólidos” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005). (Ver Esquema 1).*

✂ **Suelos saturados:** *“Se dice que un suelo es totalmente saturado cuando todos sus vacíos están ocupados por agua. Un suelo en tal circunstancia consta, como caso particular, de sólo dos fases, la sólida y la líquida. Muchos suelos yacientes bajo el nivel freático son totalmente saturados” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).*



**Esquema 1. Diagrama de fases. Elaboración propia a partir de Figura III-1 de (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)**

Donde:

- $V_A$  : Volumen de gases
- $V_W$  : Volumen de líquidos
- $V_S$  : Volumen de sólidos
- $V_V$  : Volumen de vacíos
- $V_T$  : Volumen total
- $W_A$  : Peso de los gases (es aproximadamente 0)
- $W_W$  : Peso de los líquidos
- $W_S$  : Peso de los sólidos
- $W_T$  : Peso total

Las siguientes ecuaciones son tomadas y ajustadas de (Budhu, 2010, pág. 52), (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005) y (Murthy, 2002):

$$\gamma_m = \gamma_h = \frac{W_T}{V_T} \quad [8-15]$$

$$\gamma_d = \frac{W_S}{V_T} = \frac{\gamma_h}{1 + \left(\frac{\%W}{100}\right)} = \frac{\gamma_W * G_S}{1 + e} \quad [8-16]$$

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad [8-17]$$

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w} \approx 9.80665 ; \text{Para agua destilada a } 4^\circ\text{C} \quad [8-18]$$

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \left( \frac{\gamma_d}{\gamma_w} \right) * (1 + e) = \frac{W_s}{V_s * \gamma_w} \quad [8-19]$$

$$\%W = \frac{W_w}{W_s} * 100\% \quad [8-20]$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\gamma_w * G_s * \left( 1 + \frac{\%W}{100} \right)}{\gamma_h} - 1 = \frac{G_s * \%W}{\%S} \quad [8-21]$$

$$n = \frac{V_v}{V_T} = \frac{e}{1 + e} \quad [8-22]$$

$$\%S = \frac{V_w}{V_v} * 100\% = \frac{G_s * \%W}{e} \quad [8-23]$$

### Ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo

Existen muchos métodos y ensayos de laboratorio para la clasificación de los suelos según su propósito (Bowles J. E., 1981). En las empresas consultadas para la base de datos se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS por su siglas en inglés *Unified Soil Classification System*) (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006).

Los diferentes laboratorios de la ciudad en los cuales se enviaron las muestras para sus respectivos ensayos, para realizar la clasificación completa de suelos, además de usar la ASTM D 2487 – 06 (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006) para evaluar la granulometría de la muestra, específicamente los porcentajes de gravas, arenas y finos, así como el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc), también utilizaron la ASTM D 4318 – 05 (American Society of Testing Materials (ASTM D 4318), Edition 2005) para determinar los límites de Atterberg en la carta de plasticidad de Casagrande (Casagrande A. , 1948).

La ASTM D 2487 – 06 (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006) clasifica los materiales según su granulometría como primera y/o segunda letra



(G, S, M, C y O), y si el tamaño de partícula es uniforme o su plasticidad es alta o baja como segunda letra (W, P, L, H).

En la Tabla 8-9 se muestra la clasificación con su respectivo nombre y los rangos porcentuales de gravas, arenas y finos en los cuales están; para más información específica con respecto a Cu, Cc y nombre del grupo, se debe consultar la ASTM D 2487 - 06 (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006).

**Tabla 8-9. Clasificación USCS. Recuperada y adaptada de: (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006)**

<b>FINOS (F(%))</b>
<b><i>Si F(%) ≥ 50%</i></b>
<b><i>Si LL &lt; 50%</i></b>
CL : Arcilla de baja plasticidad
CL-ML : Arcilla de baja plasticidad y limo de baja plasticidad
ML : Limo de baja plasticidad
OL : Material orgánico de baja plasticidad
<b><i>Si LL ≥ 50%</i></b>
CH : Arcilla de alta plasticidad
MH : Limo de alta plasticidad
OH : Material orgánico de alta plasticidad
<b>ARENAS (S(%))</b>
<b><i>Si F(%) &lt; 50%, S(%) ≥ G(%) y F(%) &lt; 5%</i></b>
SW : Arena bien gradada
SP : Arena pobremente gradada
<b><i>Si F(%) &lt; 50%, S(%) ≥ G(%) y 5% ≤ F(%) &lt; 12%</i></b>
SW-SM : Arena bien gradada, arena limosa
SW-SC : Arena bien gradada, arena arcillosa
SP-SM : Arena pobremente gradada, arena limosa
SP-SC : Arena pobremente gradada, arena arcillosa
<b><i>Si F(%) &lt; 50%, S(%) ≥ G(%) y F(%) ≥ 12%</i></b>
SM : Arena limosa
SC-SM : Arena arcillosa, arena limosa
SC : Arena arcillosa
<b>GRAVAS (G(%))</b>
<b><i>Si F(%) &lt; 50%, G(%) &gt; S(%) y F(%) &lt; 5%</i></b>
GW : Grava bien gradada
GP : Grava pobremente gradada
<b><i>Si F(%) &lt; 50%, G(%) &gt; S(%) y 5% ≤ F(%) &lt; 12%</i></b>

GW-GM : Grava bien gradada, grava limosa
GW-GC : Grava bien gradada, grava arcillosa
GP-GM : Grava pobremente gradada, Grava limosa
GP-GC : Grava pobremente gradada, Grava arcillosa
<b><i>Si <math>F(\%) &lt; 50\%</math>, <math>G(\%) &gt; S(\%)</math> y <math>F(\%) \geq 12\%</math></i></b>
GM : Grava limosa
GC-GM : Grava arcillosa, grava limosa
GC : Grava arcillosa

### Granulometría

Los análisis granulométricos se realizan con material seco, siguiendo las normas ASTM D 422 – 63 (American Society of Testing Materials (ASTM D 422), Edition 1963), ASTM D 1140 – 00 (American Society of Testing Materials (ASTM D 1140), Edition 2000), ASTM D 2487 – 06 (American Society of Testing Materials (ASTM D 2487), Edition 2006), en los cuales se usa unos tamices, los cuales están regidos por la ASTM E11 – 04 (American Society of Testing Materials (ASTM E 11), Edition 2004), la siguiente tabla muestra algunas observaciones de los más representativos:

**Tabla 8-10. Tamices más representativos en el análisis granulométrico.**  
**Recuperada y adaptada de: (American Society of Testing Materials (ASTM E 11),**  
**Edition 2004), Tabla 1.**

Tamiz			Observación
Alternativa	[mm]	[inch]	
3"	75	3	Pasa gravas, arenas y finos
Nº4	4.75	0.187	Retiene gravas, pasa arenas y finos
Nº40	0.425	0.0165	Lo que pasa, se utiliza para determinar los límites de Atterberg
Nº200	0.075	0.0029	Retiene arenas y pasa solo finos

### Humedad natural del suelo

El ensayo de humedad natural del suelo se realiza por medio de secado de la muestra en horno siguiendo la norma ASTM D 2216 – 98 (American Society of Testing Materials (ASTM D 2216), Edition 1998) y de esta forma se obtiene el porcentaje de humedad del suelo de la ecuación [ 8-20]

### Límites de Atterberg

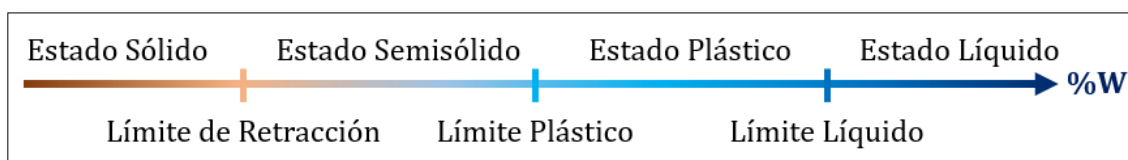
Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia se definen como “la resistencia al flujo, que está relacionado con la fuerza de atracción entre

partículas y es más fácil de sentir físicamente que de describir cuantitativamente” (Young & Warkentin, 1966) “y están directamente relacionados con la cantidad de agua que contiene un material y es capaz de absorber” (Atterberg, 1911). (Ver Ilustración 5)

**Tabla 8-11. Límites de Atterberg típicos según el tipo de suelo o mineral. Tomado y modificado de (Budhu, 2010, pág. 62) Tabla 4.5.**

Tipo de Suelo	LL [%]	LP [%]	IP [%]
Arena		NP*	
Limo	30-40	20-25	10-15
Arcilla	40-150	25-50	15-100
Minerales	LL [%]	LP [%]	IP [%]
Kaolinita	50-60	30-40	10-25
Illita	95-120	50-60	50-70
Montmorillonita	290-710	50-100	200-660

\*NP: No plástico



**Ilustración 5. Estados del suelo con el contenido de agua (%W). Elaboración propia a partir de (Atterberg, 1911).**

✂ **Límite de retracción o contracción:** “Se denomina así, al límite del suelo entre los estados sólido y semisólido” (Atterberg, 1911), también se define como “el contenido de agua en el cual un suelo cambia de un estado sólido a un estado semisólido sin mayor cambio en el volumen” (Budhu, 2010).

✂ **Límite plástico (LP):** “Se denomina así, al límite del suelo entre los estados semisólido y plástico” (Atterberg, 1911), también se define como “el contenido de agua en el que un suelo cambia de un estado semisólido a un estado plástico” (Budhu, 2010, pág. 61) y se evalúa siguiendo la norma ASTM D 4318 – 05 (American Society of Testing Materials (ASTM D 4318), Edition 2005) con el material que pasa el tamiz N°40 (American Society of Testing Materials (ASTM E 11), Edition 2004).

✂ **Límite líquido (LL):** “Se denomina así, al límite del suelo entre los estados plástico y líquido” (Atterberg, 1911), también se define como “el contenido de agua en el que un suelo cambia de un estado plástico a un estado líquido”

---

(Budhu, 2010, pág. 62) y se evalúa siguiendo la norma ASTM D 4318 – 05 (American Society of Testing Materials (ASTM D 4318), Edition 2005), con el material que pasa el tamiz N°40 (American Society of Testing Materials (ASTM E 11), Edition 2004).

✂ **Índice de plasticidad (IP):** “El rango de contenido de agua sobre el cual el suelo se deforma plásticamente” (Budhu, 2010, pág. 62), se determina con la ecuación [ 8-24] (Casagrande A. , 1932):

$$IP = LL - LP \quad [ 8-24]$$

✂ **Índice de liquidez (IL):** “Es una medida de la resistencia del suelo que utiliza los límites de Atterberg. El índice de liquidez es la relación de la diferencia en el contenido de agua entre el contenido de agua natural o in situ de un suelo y su límite plástico con su índice de plasticidad” (Budhu, 2010) y se expresa de la siguiente forma:

$$IL = \frac{\%W - LP}{IP} \quad [ 8-25]$$

✂ **Actividad (Ac):** “Este término lo acuñó Alec Westley Skempton en 1953, para describir la importancia de las fracciones de arcilla en el índice de plasticidad, i.e., para suelos con una mineralogía particular, el índice de plasticidad está linealmente relacionado con la cantidad de la acción de la arcilla” (Skempton, The colloidal activity of clays, 1953) y se expresa de la siguiente forma:

$$Ac = \frac{IP}{\text{Fracción de Arcilla (\%)}} \quad [ 8-26]$$

**Tabla 8-12. Actividad de los suelos ricos en arcilla. Recuperada y adaptada de: (Budhu, 2010, pág. 62), Tabla 4.6.**

Descripción	A [1]
Inactivo	<0.75
Normal	0.75-1.25
Activo	1.25-2.00
Muy muy activo	>6
<b>Minerales</b>	
Kaolinita	0.3-0.5
Illita	0.5-1.3
Montmorillonita (Ca)	0.5-2.0
Montmorillonita (Na)	4.0-7.0

### Resistencia al corte

“La resistencia del suelo es la resistencia a la deformación de masa desarrollada a partir de una combinación de rodadura, deslizamiento y trituración de partículas, y se reduce por cualquier presión de poro que exista o se desarrolle durante el movimiento de la partícula. Esta resistencia a la deformación es la resistencia al corte del suelo en comparación con la resistencia a la compresión o la tracción de otros materiales de ingeniería. La resistencia al corte se mide en términos de dos parámetros del suelo: atracción entre partículas o cohesión “ $c'$ ”, y la resistencia al deslizamiento entre partículas llamada ángulo de fricción interna “ $\phi'$ ”. La trituración del grano, la resistencia a la rodadura y otros factores se incluyen implícitamente en estos dos parámetros. En forma de ecuación, la resistencia al corte en términos de tensiones totales es:” (Bowles J. E., 1997, pág. 90)

$$\tau = C' + \sigma_N * \tan(\phi') \quad \text{Ecuación de resistencia al corte} \quad [8-27]$$

### Deformación unitaria ( $\epsilon$ )

“La elongación de un segmento es igual a su longitud dividida entre la longitud total ( $L'$ ) y multiplicado por el alargamiento total ( $\delta$ ). En consecuencia, una unidad de longitud de la barra tendrá una elongación igual a  $1/L'$  por  $\delta$ . A esta cantidad se le llama deformación unitaria y se representa con la ecuación [8-28]” (Gere, 2006, pág. 6)

$$\epsilon = \frac{\delta}{L'} = \frac{\partial \delta}{\partial x} ; [1] \quad [8-28]$$

---

Las tensiones en un punto en un instante dado en los sólidos se ven influidas por el valor actual de la deformación unitaria ( $\epsilon$ ) en dicho punto, *i.e.*, las tensiones dependen de cuanto difiere la "forma original" o configuración natural y el estado actual. En el caso de los fluidos, las tensiones en un punto sólo dependen de un escalar llamado presión ( $p$ ) y de la velocidad de deformación unitaria ( $\dot{\epsilon}$ ), pero no la deformación misma (Barber, 2004), (Gurtin, 1996) y (Timoshenko & Goodier, 1975).

### **Fuerzas en un medio continuo**

*"La aceleración es igual a la segunda derivada de la posición con respecto al tiempo"* (Serway & Jewett, 2005, pág. 32)

$$a = \frac{dv}{dt} ; [m/s^2] \quad [8-29]$$

Donde:

- $a$  : Aceleración
- $dv$  : Incremento en la velocidad
- $dt$  : Respecto al tiempo

*"La masa es una propiedad inherente de un cuerpo y es independiente del entorno del cuerpo y del método empleado para medirla"* (Serway & Jewett, 2005, pág. 116)

*"La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él. La magnitud de la aceleración es inversamente proporcional a su masa. Cuando se ve desde un marco de referencia inercial, la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa"* (Serway & Jewett, 2005, págs. 116, 117).

$$\sum F = m * a ; [N] \equiv [kg * m/s^2] \quad \text{Segunda Ley de Newton} \quad [8-30]$$

*"Consideraremos que las fuerzas que pueden actuar sobre un medio continuo pueden ser de dos tipos: fuerzas másicas (son las fuerzas que se ejercen a distancia sobre las partículas del interior del medio continuo. Ejemplos de dicho tipo de fuerzas son las fuerzas gravitatorias, las inerciales o las de atracción magnética.) y fuerzas de superficie (o superficiales que son fuerzas que actúan sobre el contorno del volumen material considerado. Pueden considerarse producidas por las acciones de contacto de las partículas situadas en el contorno del medio con el exterior del mismo). Para un medio continuo, de volumen ( $V$ ), situado en la superficie terrestre, las fuerzas resultantes*

másicas están en función de la constante gravitatoria ( $g$ )” (Olivella & Agelet de Saracíbar Bosch, 2000).

Donde la aceleración de la gravedad es  $g \approx 9.80665 \text{ m/s}^2$  (Oficina Internacional de Pesas y Medidas, 2006).

### **Tensión mecánica o presión**

En la física y la ingeniería llaman tensión mecánica a la fuerza (N) por unidad de área ( $\text{m}^2$ ) en el entorno de un punto material sobre la superficie de un medio continuo. La tensión mecánica es una presión y puede expresarse en unidades de fuerza divididas por unidades de área ( $\text{N/m}^2 \equiv \text{Pa}$ ). Siendo este el concepto físico más relevante de la mecánica de los medios continuos y de la teoría de la elasticidad en particular. (Ortiz Berrocal, 2007) y (Shanley, 1971)

En el sistema internacional de unidades (SI) la palabra correcta para la ecuación [ 8-31] es tensión o presión, **es INCORRECTO decir esfuerzo**. (Oficina Internacional de Pesas y Medidas, 2006).

$$\sigma = \frac{F}{A}; \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \equiv [\text{Pa}] \quad \text{Tensión o presión} \quad [8-31]$$

Donde:

$\sigma$  : Tensión o presión

F : Fuerza

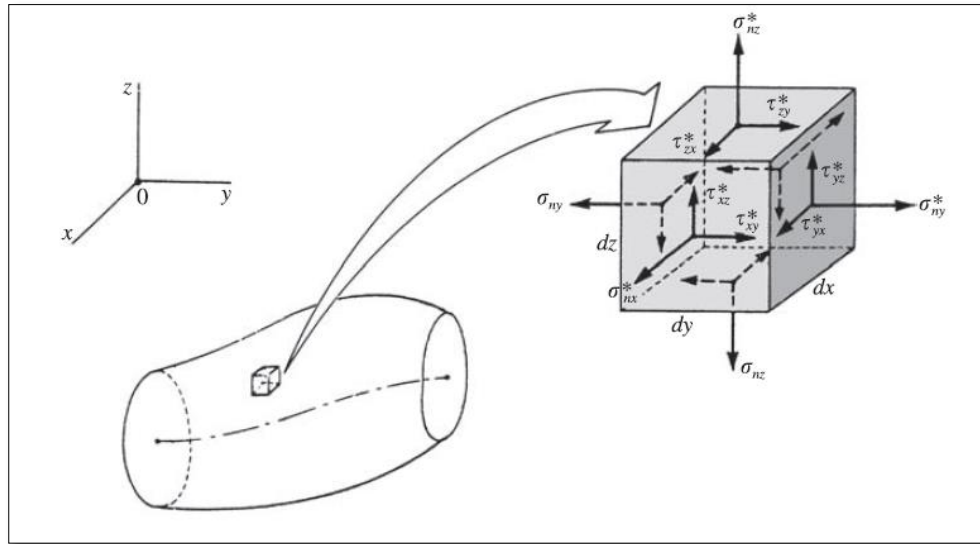
A : Área

### **Tensor de tensiones**

“La construcción del tensor de tensiones de Cauchy se realiza a partir de los vectores de tracción según tres planos coordenados que pasan por un punto P. En el tensor de tensiones  $\sigma(P)$  se encuentra la información sobre los vectores de tracción correspondientes a cualquier plano (identificado por su normal  $n$ ) que pase por dicho punto” (Olivella & Agelet de Saracíbar Bosch, 2000, pág. 93)

“En notación ingenieril, las componentes del tensor de tensiones de Cauchy se escriben:” (Olivella & Agelet de Saracíbar Bosch, 2000)

$$\sigma(P) = \begin{bmatrix} \sigma_{nx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_{ny} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_{nz} \end{bmatrix} = [T] \quad [8-32]$$



**Ilustración 6. “Representación gráfica del tensor de tensiones (notación ingenieril)”. Recuperada de (Ortiz Berrocal, 2007, pág. 9), Figura 1.9**

Las siguientes “igualdades expresan el llamado teorema de reciprocidad de las tensiones tangenciales: las componentes de las tensiones cortantes en un punto correspondientes a dos planos perpendiculares, en dirección normal a la arista de su diedro, son iguales” (Ortiz Berrocal, 2007, pág. 10):

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}; \tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{yz} = \tau_{zy} \quad \text{Teorema de reciprocidad de las tensiones tangenciales} \quad [8-33]$$

“El conocimiento de los seis valores independientes ( $\sigma_{nx}$ ,  $\sigma_{ny}$ ,  $\sigma_{nz}$ ,  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{xz}$ ,  $\tau_{yz}$ ) permite conocer el vector tensión  $\vec{\sigma}(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$  correspondiente a una orientación genérica definida por el vector unitario  $\vec{u}(\alpha, \beta, \gamma)$  como vemos en la siguiente expresión.” (Ortiz Berrocal, 2007, pág. 11)

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{nx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_{ny} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_{nz} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} \equiv [\vec{\sigma}] = [T][\vec{u}] \quad [8-34]$$

“La matriz del vector tensión correspondiente a un determinado plano se obtiene multiplicando la matriz de tensiones por la matriz del vector unitario normal a dicho plano. De los infinitos planos de la radiación de vértice el punto P existen tres, ortogonales entre sí, para los cuales los vectores tensión correspondientes son normales a ellos, careciendo, por tanto, de componente tangencial. Los vectores unitarios que definen estas tres direcciones, llamadas direcciones principales o autovectores de la



matriz  $[T]$  y se obtienen resolviendo el sistema homogéneo de ecuaciones, en donde  $\sigma$  toma los valores de las raíces de la ecuación característica que se obtiene al imponer la condición de compatibilidad. Las raíces de la ecuación son los valores propios de la matriz  $[T]$  y reciben el nombre de **tensiones principales** (son las tensiones correspondientes a los planos normales a las direcciones principales). El lugar geométrico de los extremos de los vectores tensión para la infinitud de planos de la radiación de vértice, el punto que se considera es un elipsoide llamado **elipsoide de tensiones o de Lamé** y se refiere a un sistema de ejes coincidente con las direcciones principales, su ecuación es:” (Ortiz Berrocal, 2007, pág. 11)

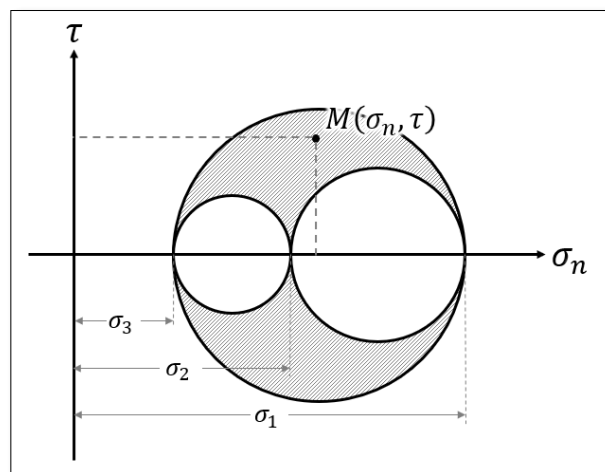
$$\frac{x^2}{\sigma_1^2} + \frac{y^2}{\sigma_2^2} + \frac{z^2}{\sigma_3^2} = 1 \quad \text{Elipsoide de Lamé} \quad [8-35]$$

Donde:

$x, y, z$  : Variables de los ejes coincidentes con las direcciones principales

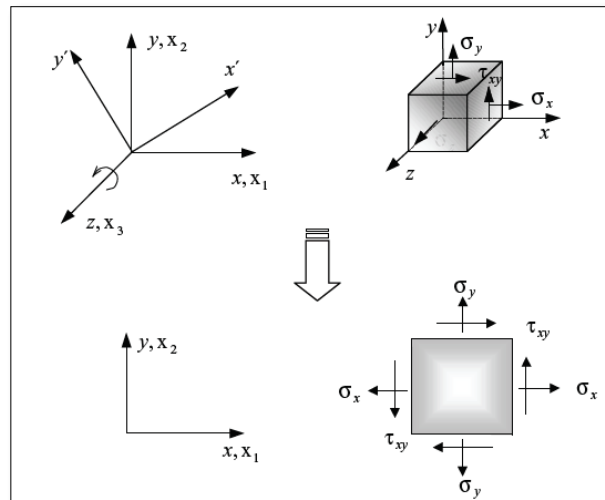
$\sigma_i$  : Tensiones principales;  $i=1, 2, 3$

“Los vectores tensión correspondientes a los infinitos planos que pasan por un punto son susceptibles de una representación gráfica plana por medio de sus componentes intrínsecas. Si suponemos  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$  y representamos en unos ejes coordenados planos, llevando en abscisas la tensión normal ( $\sigma_n$ ) y en ordenadas la tensión tangencial ( $\tau$ ), el punto  $M$ , representativo de la tensión de cualquiera de los planos de la radiación, pertenece al área sombreada en el Gráfico 8-76. Las tres circunferencias de centros en el eje de abscisas y de diámetros  $\sigma_1 - \sigma_2$ ;  $\sigma_1 - \sigma_3$ ;  $\sigma_2 - \sigma_3$  reciben el nombre de círculos de Möhr.” (Ortiz Berrocal, 2007, pág. 12)



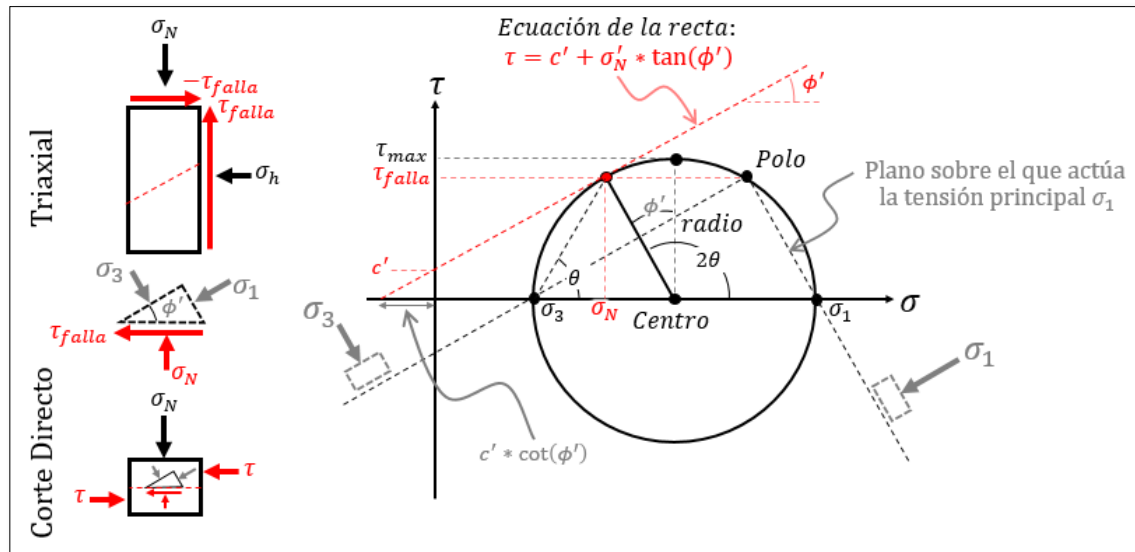
**Gráfico 8-76. Círculo de Möhr. Recuperado de (Ortiz Berrocal, 2007), Figura 1.10.**

El tensor de tensiones se puede simplificar, reduciéndolo a dos dimensiones como se muestra en la Ilustración 7.



**Ilustración 7. “Reducción del problema de tres a dos dimensiones”. Recuperado de (Olivella & Agelet de Saracibar Bosch, 2000, pág. 111), Figura 4 - 28**

A continuación, en el Gráfico 8-77, se muestra “el círculo de tensión de falla de Mohr para una serie de pruebas de compresión triaxial, se muestra con solo una única prueba para mayor claridad e incluye la terminología de resistencia al corte. También se muestra la orientación del plano de corte en la muestra, la tensión cortante y la tensión normal en el plano. Observe el uso convencional del primer cuadrante para la gráfica de tensión, aunque todas las tensiones son compresivas” (Bowles J. E., 1997, pág. 91)



**Gráfico 8-77. Círculo de Mörh expresado en términos de tensiones principales.**  
Elaboración propia a partir de (Bowles J. E., 1997, pág. 91), (Holtz & Kovacs, 1981, pág. 461) y (Olivella & Agelet de Saracibar Bosch, 2000, págs. 117 - 119)

Es importante aclarar que, por la naturaleza del ensayo de corte directo, se realiza un proceso de consolidación anisotrópico y se desconocen las magnitudes de las tensiones principales, solo se conoce la condición de tensiones en la cara del espécimen.

En el Gráfico 8-77 se pueden inferir las siguientes ecuaciones (Bowles J. E., 1997, pág. 91):

$$\text{Centro} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad \text{Centro del círculo de Mörh} \quad [8-36]$$

$$\text{radio} = q_u = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad \text{Radio del círculo de Mörh} \quad [8-37]$$

$$\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3 \quad \text{Tensión del Desviador} \quad [8-38]$$

$$2\theta = 90^\circ + \phi' \therefore \theta = 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \quad [8-39]$$

$$\frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} = \left( \tan \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) \right)^2 \quad [8-40]$$

---

$$\sigma_1 = \sigma_3 * \left( \tan \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) \right)^2 + 2 * c * \tan \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) \quad [8-41]$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 * \left( \tan \left( 45^\circ - \frac{\phi'}{2} \right) \right)^2 - 2 * c * \tan \left( 45^\circ - \frac{\phi'}{2} \right) \quad [8-42]$$

### **Trayectorias de tensiones (Stress Paths)**

*“Una trayectoria de tensiones es un lugar de puntos de tensión desarrollados por cambios de tensión en el suelo y puede obtenerse a partir de, por ejemplo, puntos obtenidos del círculo de tensión de Möhr o computarse directamente. Las rutas de tensión se pueden utilizar para trazar cambios de tensión tanto en muestras de suelo de laboratorio como in situ. Tienen valor al dar una idea de la probable respuesta del suelo, especialmente si una parte de la trayectoria de estrés de la historia anterior se puede reproducir o estimar. Un estudio cuidadoso del concepto de trayectoria de estrés puede llevar a un programa de pruebas de laboratorio mejor organizado. Una ventaja particular de una ruta de estrés es que proporciona mayor claridad que la que se obtiene de una serie de círculos de Mohr, que a menudo se superponen.” (Bowles J. E., 1997, pág. 113)*

*“El tejido del suelo se puede considerar como un marco espacial, con las partículas del suelo que representan los miembros del marco y los contactos de las partículas que representan las uniones. La respuesta, la estabilidad y el fallo del tejido del suelo o el marco espacial dependen de la trayectoria de tensión. La trayectoria de tensiones se presenta en una gráfica que muestra la relación entre los parámetros de tensión y proporcionan una manera conveniente para que un ingeniero geotécnico para estudiar los cambios en las tensiones del suelo causadas por las condiciones de carga. Podemos, por ejemplo, trazar un gráfico bidimensional de  $\sigma_1$  versus  $\sigma_2$  o  $\sigma_3$ , lo que nos dará una relación entre estos parámetros de tensiones. Sin embargo, las invariantes de tensión, al ser independientes del sistema de ejes, son más convenientes de usar.” (Budhu, 2010, págs. 191, 192)*